ISSN 3060-7493

گزیده جهان فولاد

ماهنامه تخصصی صنعت فولاد ◂ شماره ششم ◂ دی ـ اسفند ۱۴۰۴ ◂ قیمت ۳۷۰٬۰۰۰ تومان

ما را در وب و شبکه‌های اجتماعی جستجو کنید: @steelworldreview



- صادرات فولاد به چیزی بیش از تولید نیاز دارد
- پیش از توسعه ظرفیت، نیاز حلقه‌های دیگر را بسنجیم
- بهبود کیفیت ریخته‌گری پیوسته با تحلیل داده‌های هر ذوب

در این شماره می‌خوانید:

- پرونده دیجیتال محموله چه اطلاعاتی می‌خواهد؟
- اختلال کشتیرانی در تنگه هرمز، برنامه حمل را تغییر می‌دهد
- هزینه فروآلیاژ را با بازیابی واقعی محاسبه کنیم
- Tanso ؛ نرم‌افزار سنجش و مدیریت انتشار کربن



گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

جهان فولاد غرب
Jahan Foulad Gharb Co.

تولیدکننده انواع مقاطع فولادی

"گامی بزرگ در مسیر خودکفایی
تولید تیرآهن H سایز 10"

دفتر مرکزی: تهران، پاسداران، نگارستان هفتم، شماره ۲۵
تلفکس: ۰۲۱ ۲۲۸۴۱۴۶۰

کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین
تلفن: ۶۰-۰۸۳۴۵۸۵۲۵۵۸ فکس: ۰۸۳۴۵۸۵۲۵۵۵

دفتر فروش: ۵۱-۰۸۳۴۵۸۵۲۵۴۸

jahanfoulad
jahanfouladgharb
www.jahanfoulad-co.com

گزیده جهان فولاد
ماهنامه تخصصی صنعت فولاد
سال دوم | شماره ۶ | دی- اسفند ۱۴۰۴

صاحب امتیاز و مدیر مسؤول
پیوند شفتی
ceo@steelworldreview.com

زیر نظر شورای سردبیری

ویراستار و دبیر گزارش‌های علمی
مجید شفتی

مدیر هنری و ناظر چاپ
مهدی کامکار

گروه گرافیک
عرفان پارسا، دینا صحت قول نیکو

عکاس
عبدالله مرادی

مدیر بازاریابی
هستی ایوانی
marketing@steelworldreview.com
همراه: ۰۹۹۱۸۳۱۷۷۱۳

چاپ و صحافی
نقره آبی

وب‌سایت و شبکه‌های اجتماعی
دینا صحت قول نیکو، رسول محمدخانی

پست الکترونیک
info@steelworldreview.com

وب‌سایت
www.steelworldreview.com

تلگرام
steelworldreview

اینستاگرام
steel.world.review

لینکداین
steelworldreview

نشانی
تهران، پاسداران، خیابان فرخی یزدی، خیابان سوادکوهی، پلاک ۲۳، طبقه سوم
تلفن: ۲۶۷۱۲۵۸۵-۰۲۱

نشریه گزیده جهان فولاد، با رعایت «قانون تلفیقی حریم خصوصی»، محرمانه بودن داده‌های مورد استفاده برای اشتراک‌ها و برای اهداف معمول مطبوعات تخصصی و امکان اصلاح یا حذف آنها را تضمین می‌کند.
کلیه حقوق تکثیر و ترجمه مقالات منتشر شده محرمانه است. حتی تکثیر جزئی بدون مجوز ناشر ممنوع است. دست نوشته‌ها، نقاشی‌ها، عکس‌ها و سایر مطالبی که به تحریریه ارسال شده باشد، حتی اگر منتشر نشده باشند، مسترد نمی‌شوند. مدیریت هیچ مسئولیتی در قبال نظرات بیان شده توسط نویسندگان متون سرمقاله و تبلیغاتی ندارد.

فهرست

[سرمقاله] صادرات فولاد به چیزی بیش از تولید نیاز دارد ۳

اخبار ۴

گزارش

- پیش از توسعه ظرفیت، نیاز حلقه‌های دیگر را بسنجیم ۸
- مصرف الکترود را به هزینه هر تن فولاد پیوند بزنیم ۱۰
- برنامه ذوب را با بار برق هماهنگ کنیم ۱۲
- خرید آهن احیای مستقیم بر پایه کیفیت و هزینه واقعی ۱۴
- بهبود کیفیت ریخته‌گری پیوسته با تحلیل داده‌های هر ذوب ۱۶
- هزینه فروآلیاژ را با بازیابی واقعی محاسبه کنیم ۲۰
- پیش از صادرات، مدارک محصول را کامل کنیم ۲۲

[تحولات دیجیتال] پرونده دیجیتال محموله چه اطلاعاتی می‌خواهد؟ ۲۴

[محیط زیست] برای مقایسه انتشار کربن، تعریف عدد را بشناسیم ۲۶

[حمل و نقل] اختلال کشتیرانی در تنگه هرمز، برنامه حمل را تغییر می دهد ۲۸

[منابع انسانی] جمع‌آوری اطلاعات کربن، کار یک واحد نیست ۳۰

[استارت‌آپ] Tanso ؛ نرم‌افزار سنجش و مدیریت انتشار کربن ۳۲

فهرست آگهی‌ها

جهان فولاد غرب ۲ جلد
جهان صنعت کرمانشاه ۳ جلد
ذوب آهن بیستون ۴ جلد
سیما فولاد جهان ۲
یارا رسانه ۱۹





گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

سیما فولاد جهان
SIMA FOULAD JAHAN Co.

www.sfjsteel.com
simafouladjahan
simafouladjahan

تولیدکننده انواع میلگرد

ظرفیت تولید سالانه ۲۰۰ هزار تن میلگرد A2 و A3

شرکت سیما فولاد جهان با انتخاب پیشرفته‌ترین تجهیزات روز دنیا و ایجاد امکانات آزمایشگاهی و تحقیقاتی توانسته است به موازات افزایش استحکام محصول، گام‌های مؤثری در تحول محصولات و شیوه تولید در صنعت فولاد کشور بردارد.

دفتر مرکزی: تهران، پاسداران، نگارستان هفتم، شماره ۲۵ تلفن: ۰۲۱-۲۲۸۴۱۴۶۰
کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین تلفکس: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۶۳
دفتر فروش: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۴۸-۵۱

◄ مجید شفتی

صادرات فولاد به چیزی بیش از تولید نیاز دارد

کیفیت، اطلاعات محصول و امکان تحویل، در کنار تناژ تولید بر رقابت‌پذیری اثر می‌گذارند.

محصول آماده است، اما پرونده اطلاعات آن کامل نیست؛ یا اسناد تکمیل شده‌اند، ولی مسیر حمل با اختلال روبروست. در هر دو حالت، کارخانه هنوز تعهد خود به مشتری را انجام نداده است. صادرات فولاد را باید در سراسر این مسیر دید، نه فقط در خروج محصول از خط تولید. ارزش تجاری فولاد زمانی محقق می‌شود که کالای مورد توافق، با مدارک معتبر و در موعدی عملی به دست خریدار برسد.

زمستان ۱۴۰۴ این واقعیت را پررنگ‌تر کرد. آغاز مرحله قطعی مکانیسم تعدیل کربن در مرز اروپا در ژانویه ۲۰۲۶، اهمیت داده‌ها و اطلاعات محصول را افزایش داد. در پایان اسفند نیز تحولات کشتیرانی پیرامون تنگه هرمز، زمان و امکان حمل را دوباره به پرسشی فوری تبدیل کرد. این دو موضوع از دو جنس متفاوت‌اند: یکی به اطلاعات و مدارک مربوط است و دیگری به مسیر جابه‌جایی؛ اما هر دو می‌توانند اجرای سفارش را دشوار کنند.

در داخل کشور، آمارهای منتشر شده از رشد بخش‌هایی از زنجیره فولاد خبر می‌دهند. این رشد متوازن نیست و گرایش به مواد اولیه دارد. با این حال، افزایش تولید به‌تنهایی نتیجه تجاری را تضمین نمی‌کند. تولید فولاد میانی، اگر با نیاز واحدهای نورد، ظرفیت حمل، ترکیب تقاضا و سفارش‌های واقعی بازار هماهنگ نباشد، لزوماً به فروش بیشتر یا صادرات پایدار نمی‌انجامد.

برای هر سفارش باید روشن باشد که خریدار دقیقاً چه محصولی می‌خواهد، چه اطلاعات و مدارکی باید همراه محموله باشد، موعد تحویل بر چه فرض‌هایی استوار است و در صورت تغییر شرایط، مسئول اطلاع‌رسانی و پیگیری کیست. وعده‌ای که بر فرض‌های بررسی‌نشده بنا شده باشد، ممکن است بعداً به تأخیر، هزینه جبران و کاهش اعتماد منجر شود. اعلام به‌موقع تغییر و ثبت توافق تازه، پیامدهای عدم قطعیت را قابل مدیریت‌تر می‌کند.

شناخت بازار مقصد نیز باید پیش از نهایی‌شدن قیمت و تولید انجام شود. نیاز فنی و رویه ورود کالا در کشورها و نزد مصرف‌کنندگان مختلف یکسان نیست. گرید، ابعاد، گواهی کیفیت و بسته‌بندی باید با کاربرد واقعی محصول و الزامات خریدار تطبیق داده شوند. گفت‌وگو با مصرف‌کننده به شناخت کاربرد واقعی کمک می‌کند. قرارداد نیز باید روش آزمون، دامنه تلرانس و مرجع حل اختلاف را دقیق مشخص کند؛ زیرا عبارت کلی «کیفیت مطابق استاندارد» زمانی که دو طرف برداشت متفاوتی دارند، برای حل اختلاف کافی نیست. نسخه مشخصات سفارش باید پیش از تولید به تأیید مشتری و واحد فنی برسد.

تعهد تحویل، به همان اندازه که به فروش مربوط است، به تولید، تعمیرات، تأمین مالی و حمل وابسته است. دسترسی به مواد اولیه، زمان توقف خط، برنامه تعمیرات و امکان انتقال محموله تا مقصد باید در موعد واقعی تحویل لحاظ شوند. تغییر موعد باید سریع به مشتری اطلاع داده شود تا برنامه خود را اصلاح کند. انتخاب مسیر حمل و شیوه بسته‌بندی و مهاربندی نیز فقط مسئله هزینه نیست؛ سلامت کالا به آنها وابسته است. رطوبت انبار، مدت توقف و شرایط جابه‌جایی باید بررسی شوند و هزینه نهایی حمل از ابتدا در محاسبه قیمت قرار گیرد.

انجام صادرات با ارسال کالا پایان نمی‌یابد. اعتبار خریدار، سقف فروش نسیه و شرایط پرداخت باید متناسب با ریسک معامله تعیین شوند؛ زیرا تأخیر در وصول وجه می‌تواند سرمایه در گردش مورد نیاز برای سفارش بعدی را محدود کند. قواعد ارزی و صادراتی روشن نیز به بنگاه امکان می‌دهند هزینه‌ها و تعهدات را بهتر محاسبه کند. ثبات مقررات همه ریسک‌ها را حذف نمی‌کند، اما پیش‌بینی‌پذیری و امکان تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد.

پس از تحویل نیز باید شماره ذوب، نتایج آزمون و مدارک مرتبط با تولید و حمل در دسترس بمانند. در صورت شکایت، بررسی مستند علت اختلاف از پذیرش یا رد فوری مسئولیت مؤثرتر است و می‌تواند به اصلاح فرایندهای بعدی کمک کند. نگهداری اطلاعات بخشی از توانایی کارخانه برای پاسخ‌گویی و حفظ اعتماد مشتری است.

صادرات پایدار از هماهنگی فروش و تولید، اطلاعات قابل اتکا و تعهدی واقع‌بینانه شکل می‌گیرد. سرمایه‌گذاری در ظرفیت و فناوری همچنان ضروری است، اما حفظ بازار به توان توضیح‌دادن و انجام‌دادن تعهد نیز وابسته است. مشتری زمانی ارزش کامل محصول فولادی را دریافت می‌کند که کالا با کیفیت مورد توافق، مدارک معتبر و در موعدی قابل اجرا به دست او برسد؛ و کارخانه نیز بتواند این تعهد را پیگیری و در صورت بروز اختلاف، با شواهد روشن از آن دفاع کند.

تولید فولاد خام ایران در سال ۲۰۲۵ به ۳۱.۸ میلیون تن رسید

بر اساس آمار انجمن جهانی فولاد، تولید فولاد خام ایران در سال ۲۰۲۵ به ۳۱٫۸ میلیون تن رسید؛ در مقایسه با ۳۱٫۴ میلیون تن در سال ۲۰۲۴، افزایشی ۱٫۴ درصدی. ایران با این میزان تولید، دهمین فولادساز بزرگ جهان بود.

در دسامبر ۲۰۲۵، تولید ایران حدود ۳ میلیون تن برآورد شد؛ ۱۶٫۲ درصد بیشتر از دسامبر سال قبل. انجمن جهانی فولاد تصریح کرده است که رقم ماهانه ایران برآوردی است. تولید فولاد خام خاورمیانه در سال ۲۰۲۵ به ۵۶٫۹ میلیون تن رسید و ۴٫۳ درصد رشد کرد. این منطقه در دسامبر ۵٫۳ میلیون تن تولید داشت که نسبت به ماه مشابه سال پیش ۱۳٫۹ درصد افزایش نشان می‌دهد. رشد تولید ایران در ماه پایانی سال در همین دوره افزایشی منطقه ثبت شد.

در جهان، تولید فولاد خام در سال گذشته به یک میلیارد و ۸۴۹٫۴ میلیون تن رسید؛ ۲ درصد کمتر از سال ۲۰۲۴. چین با ۹۶۰٫۸ میلیون تن در رتبه نخست قرار گرفت. هند با ۱۶۴٫۹ میلیون تن دوم شد و آمریکا با ۸۲ میلیون تن جایگاه سوم را به دست آورد. در میان ۱۰ تولیدکننده نخست، هند ۱۰٫۴ درصد و ترکیه ۳٫۳ درصد رشد تولید داشتند؛ تولید چین ۴٫۴ درصد و ژاپن ۴ درصد کاهش یافت.

آمار سالانه ایران نشان‌دهنده رشد محدودتر از هند و ترکیه است، هرچند رقم دسامبر از افزایش قابل‌توجه تولید ماهانه حکایت دارد.



رشد ۱۰٫۷ درصدی تولید فولاد میانی ایران در ۱۱ ماه ۱۴۰۴

انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران از افزایش تولید فولاد میانی کشور در ۱۱ ماه نخست سال ۱۴۰۴ خبر داد. طبق آمار منتشرشده، تولید فولاد میانی نسبت به دوره مشابه سال قبل ۱۰٫۷ درصد رشد کرد و تولید کل محصولات فولادی نیز ۲٫۸ درصد افزایش یافت. چیلان، ورود ظرفیت‌های جدید به مدار تولید و مدیریت بهینه فولادسازان در مواجهه با محدودیت‌های انرژی را از عوامل اصلی این رشد عنوان کرده است.

در بخش مواد اولیه، تولید آهن اسفنجی در این دوره ۱۴٫۷ درصد بالا رفت. رشد تولید گندله سنگ‌آهن تنها ۰٫۲ درصد و کنسانتره سنگ‌آهن ۳٫۸ درصد بود. این تفاوت نشانه‌ای هشداردهنده درباره احتمال تشدید کمبود مواد اولیه واحدهای احیای مستقیم در ماه‌های آینده است؛ به‌ویژه آنکه افزایش تولید آهن اسفنجی با رشد بسیار کندتر گندله و کنسانتره همراه شده است.

در محصولات فولادی، تولید ورق پس از چند ماه روند کاهشی، از سطح ثبت‌شده در ۱۱ ماه سال گذشته فراتر رفت؛ تغییری که می‌تواند برای صنایع پایین‌دستی فولاد خبر مثبتی باشد. تولید شمش فولادی نیز ۱۰٫۹ درصد افزایش یافت؛ رشدی بیش از دو برابر رشد تولید مقاطع طویل فولادی. انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران بر همین اساس به اهمیت توسعه صادرات شمش اشاره کرده است.

همچنین، نرخ افت تولید تیرآهن نسبت به ماه‌های گذشته کاهش یافت؛ موضوعی که به عملیاتی‌شدن ظرفیت‌های جدید در بخش خصوصی نسبت داده شده است. مجموع ارقام نشان می‌دهد تولید در بخش‌های مختلف زنجیره فولاد یکسان پیش نرفته: رشد آهن اسفنجی و شمش پرشتاب بوده، در حالی که افزایش تولید کنسانتره و گندله محدود مانده است.



ارزش صادرات زنجیره فولاد در ۱۰ ماه ۱۴۰۴ از کل سال قبل فراتر رفت

آمار انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران نشان می‌دهد صادرات زنجیره آهن و فولاد کشور در ۱۰ ماه نخست سال ۱۴۰۴ از نظر ارزش، از کل سال ۱۴۰۳ فراتر رفته است. ارزش صادرات محصولات این زنجیره با رشد ۲۲ درصدی به بیش از ۶٫۵ میلیارد دلار رسید؛ رقمی که معادل ارزش صادرات کل سال گذشته عنوان شده است.

از نظر حجم، صادرات آهن و فولاد در این دوره نسبت به مدت مشابه سال قبل ۲۷ درصد افزایش یافت و مجموع حجم صادرات کل زنجیره فولاد ۳۸ درصد رشد کرد. در بخش مواد اولیه، روند صعودی صادرات کنسانتره و گندله سنگ‌آهن ادامه داشت. حجم صادرات کنسانتره ۶۸ درصد و گندله ۲۸ درصد افزایش یافت. انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران مجموع صادرات این دو محصول را حدود ۲۰ میلیون تن اعلام کرده است.

در بخش محصولات نهایی، روند صادرات یکسان نبود. حجم صادرات مقاطع طویل فولادی نسبت به ۱۰ ماهه سال گذشته ۱۰ درصد کاهش یافت. در میان این محصولات، صادرات تیرآهن با افت ۳۳ درصدی بیشترین کاهش را ثبت کرد و صادرات میلگرد شاخه نیز ۱۷ درصد پایین آمد.

در مقابل، صادرات مقاطع تخت فولادی رشد قابل‌توجهی داشت و حجم آن ۱۹۵ درصد بیشتر از دوره مشابه سال قبل شد. ارزش صادرات انواع ورق فولادی نیز با افزایش ۱۳۲ درصدی به حدود ۵۶۳ میلیون دلار رسید.

این آمار مربوط به ۱۰ ماه نخست سال ۱۴۰۴ و مقایسه با دوره مشابه سال قبل است.



واحد تولید الکترود گرافیتی اردکان به بهره‌برداری رسید

واحد تولید الکترود گرافیتی اردکان روز ۱۵ بهمن ۱۴۰۴ با حضور وزیر صنعت، معدن و تجارت و جمعی از مسئولان استانی و صنعتی افتتاح شد. این واحد با مشارکت شرکت معدنی و صنعتی چادرملو و فولاد مبارکه اصفهان راه‌اندازی شده است.

فرید دهقانی، مدیرعامل چادرملو، در مراسم افتتاح اعلام کرد ظرفیت عملیاتی فعلی شرکت نوین الکترود اردکان بین ۳۰ تا ۳۵ هزار تن در سال است. بر اساس برنامه توسعه اعلام‌شده، ظرفیت این مجموعه در مرحله نخست به ۶۰ هزار تن و در مرحله نهایی به ظرفیت اسمی ۹۰ هزار تن در سال افزایش خواهد یافت.

میزان سرمایه‌گذاری انجام‌شده برای این طرح حدود ۲۴۵ میلیون یورو اعلام شده است.

همچنین برای این مجموعه ۵۳۰ فرصت شغلی مستقیم و حدود سه هزار فرصت شغلی غیرمستقیم عنوان شده است.

الکترود گرافیتی از مواد مصرفی مورد نیاز کوره‌های قوس الکتریکی است و در فرایند تولید فولاد به روش قوس الکتریکی کاربرد دارد. تولید این محصول در داخل کشور از اهداف اجرای طرح اردکان اعلام شده است.

شرکت چادرملو در اطلاع‌رسانی مربوط به افتتاح این واحد، ظرفیت فعلی تولید و مراحل برنامه‌ریزی‌شده توسعه را به‌صورت جداگانه اعلام کرده است. ظرفیت ۹۰ هزار تنی، هدف نهایی توسعه کارخانه است و با ظرفیت عملیاتی اعلام‌شده در زمان افتتاح تفاوت دارد



معرفی فینالیست‌های مسابقات جهانی فولادسازی steelChallenge-20

انجمن جهانی فولاد اسامی فینالیست‌های دوره بیستم رقابت‌های steelChallenge را اعلام کرد؛ مسابقه‌ای که در آن شرکت‌کنندگان با استفاده از شبیه‌سازهای آموزشی، باید فولادی مطابق مشخصات فنی تعیین‌شده تولید کنند و هم‌زمان هزینه و میزان انتشار کربن را بهینه نگه دارند. فینال جهانی این دوره قرار بود در آوریل ۲۰۲۶ در برلین برگزار شود.

مرحله منطقه‌ای رقابت در ۲۵ نوامبر ۲۰۲۵ به‌صورت آنلاین و در مدت ۲۴ ساعت برگزار شد و ۲۴۳۸ نفر از سراسر جهان در آن شرکت کردند. از این تعداد، ۱۱۵۹ نفر دانشجو، ۷۵۵ نفر فعال صنعت و ۵۲۴ نفر دانش‌آموز دبیرستانی بودند.

حضور دانش‌آموزان برای نخستین بار و در قالب یک طرح آزمایشی به رقابت افزوده شد.

شرکت‌کنندگان باید با شبیه‌سازی ترکیبی کوره قوس الکتریکی و فولادسازی ثانویه، گریدی با الزامات فنی مشخص تولید می‌کردند، هزینه هر تن را بهینه می‌ساختند و از حدود تعیین‌شده انتشار کربن فراتر نمی‌رفتند. این مسئله بر پایه مطالعه‌ای ویژه برای همین دوره طراحی شده بود.

در بخش صنعت، فینالیست‌های منطقه‌ای شامل نمایندگانی از شرکت‌های ArcelorMittal، EM-STEEL، HBIS Group و POSCO بودند. در گروه دانشجویان نیز شرکت‌کنندگانی از دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی اسلوونی، برزیل، امارات، چین و کره جنوبی به فینال راه یافتند. برگزیدگان رتبه نخست دو گروه در هر یک از پنج منطقه، دعوت شدند در رقابت جهانی برلین حضور یابند.

تمام ثبت‌نام‌کنندگان به دوره‌های کوره قوس الکتریکی و فولادسازی ثانویه steeluniversity، شامل درس‌های آنلاین، مدل‌های سه‌بعدی و شبیه‌سازهای تمرینی، دسترسی دائمی دریافت کردند. برگزارکنندگان این رقابت را بستری آموزشی برای توسعه مهارت‌های فنی، نوآوری و توجه به کاهش انتشار در صنعت فولاد معرفی کردند.



تولید جهانی فولاد خام در ژانویه ۶٫۵ درصد کاهش یافت

تولید فولاد خام در ۶۹ کشور گزارش‌دهنده به انجمن جهانی فولاد، در ژانویه ۲۰۲۶ به ۱۴۷٫۳ میلیون تن رسید؛ ۶٫۵ درصد کمتر از ژانویه ۲۰۲۵. این کشورها حدود ۹۸ درصد تولید جهانی فولاد خام در سال ۲۰۲۴ را دربرمی‌گیرند.

آسیا و اقیانوسیه با تولید ۱۰۷٫۶ میلیون تن بزرگ‌ترین سهم را داشت، اما تولید آن ۸٫۶ درصد کاهش یافت. تولید اتحادیه اروپا با افت ۲٫۳ درصدی به ۱۰٫۳ میلیون تن رسید. آمریکای شمالی ۹٫۲ میلیون تن تولید کرد که ۰٫۶ درصد کاهش نشان می‌دهد؛ تولید روسیه، کشورهای مستقل مشترک‌المنافع و اوکراین نیز با افت ۸٫۶ درصدی به ۶٫۵ میلیون تن رسید.

در مقابل، تولید فولاد خام خاورمیانه ۱۲٫۶ درصد افزایش یافت و به ۴٫۸ میلیون تن رسید. آفریقا با تولید ۲ میلیون تن، رشد ۵٫۸ درصدی ثبت کرد و تولید «اروپای دیگر» با ۴٫۴ درصد افزایش به ۳٫۷ میلیون تن رسید. آمریکای جنوبی ۳٫۴ میلیون تن تولید داشت که ۱٫۲ درصد کمتر از ژانویه سال قبل بود.

چین با تولید برآوردی ۷۵٫۳ میلیون تن همچنان بزرگ‌ترین تولیدکننده جهان بود، هرچند تولیدش ۱۳٫۹ درصد کاهش یافت. هند با ۱۵٫۱ میلیون تن و رشد ۱۰٫۵ درصدی در جایگاه دوم قرار گرفت و آمریکا با ۷٫۱ میلیون تن سوم شد. پس از آن، ژاپن، کره جنوبی، روسیه، ترکیه، آلمان، برزیل و ایران در جمع ده تولیدکننده نخست قرار گرفتند. تولید ایران ۲٫۶ میلیون تن برآورد شد که ۱۵٫۱ درصد بیشتر از سال قبل است.

روند کلی جهان، با وجود تفاوت‌های منطقه‌ای، کاهشی بود. این ارقام تولید فولاد خام در ژانویه را با ماه مشابه سال ۲۰۲۵ مقایسه می‌کنند.



ArcelorMittal ساخت کوره قوس الکتریکی دو میلیون تنی در فرانسه را تأیید کرد

شرکت ArcelorMittal در ۱۰ فوریه ۲۰۲۶ از تصمیم خود برای احداث یک کوره قوس الکتریکی در مجتمع فولادسازی دانکرک فرانسه خبر داد. سرمایه‌گذاری این پروژه ۱.۳ میلیارد یورو و ظرفیت تولید سالانه کوره جدید دو میلیون تن اعلام شده است.

بر اساس اطلاعیه شرکت، راه‌اندازی این واحد برای سال ۲۰۲۹ برنامه‌ریزی شده است. اعلام تصمیم سرمایه‌گذاری هم‌زمان با بازدید امانوئل مکرون، رئیس‌جمهور فرانسه، از مجتمع دانکرک صورت گرفت.

ArcelorMittal اعلام کرد کوره جدید با ترکیبی از قراضه فولادی، آهن اسفنجی یا آهن بریکت‌شده گرم و چدن مذاب فعالیت خواهد کرد. این شرکت شدت انتشار مستقیم و انتشار مرتبط با انرژی خریداری‌شده برای فولاد تولیدی در این مسیر را حدود ۰.۶ تن دی‌اکسید کربن به ازای هر تن فولاد برآورد کرده است.

طبق اعلام ArcelorMittal، این میزان تقریباً یک‌سوم شدت انتشار مسیر تولید مبتنی بر کوره بلند خواهد بود.

شرکت همچنین اعلام کرد حدود نیمی از سرمایه‌گذاری پروژه از طریق سازوکار گواهی‌های صرفه‌جویی انرژی فرانسه حمایت مالی می‌شود. قرارداد بلندمدت تأمین برق کم‌کربن نیز از عوامل اعلام‌شده در تصمیم سرمایه‌گذاری بوده است.

کوره جدید برای تولید فولاد مورد استفاده در محصولات تخت و تأمین نیاز مشتریان اروپایی در نظر گرفته شده است. ظرفیت و میزان انتشار اعلام‌شده مربوط به مشخصات و برآوردهای پروژه پیش از راه‌اندازی آن است.



آغاز اجرای مرحله قطعی سازوکار تعدیل کربن مرزی اتحادیه اروپا

کمیسیون اروپا در ۱۴ ژانویه ۲۰۲۶ اعلام کرد مرحله قطعی اجرای سازوکار تعدیل کربن مرزی اتحادیه اروپا (CBAM) از اول ژانویه آغاز شده است. در این مرحله، سامانه ثبت سازوکار با سیستم‌های گمرکی اتحادیه اروپا ارتباط یافته و وضعیت مجوز واردکنندگان کالاهای مشمول هنگام انجام تشریفات گمرکی کنترل می‌شود.

بر اساس اعلام کمیسیون اروپا، تا ۷ ژانویه بیش از ۱۲ هزار درخواست دریافت مجوز ثبت شده و بیش از ۴۱۰۰ فعال اقتصادی وضعیت اظهارکننده مجاز را دریافت کرده بودند.

در فاصله اول تا هفتم ژانویه، سامانه‌های گمرکی اتحادیه اروپا ۱۰ هزار و ۴۸۳ اظهارنامه مربوط به کالاهای مشمول CBAM را به‌صورت خودکار اعتبارسنجی کردند.

طبق اطلاعات اولیه منتشرشده برای بازه اول تا ششم ژانویه، حجم کالاهای ثبت‌شده مشمول این سازوکار به یک میلیون و ۶۵۵ هزار و ۶۱۳ تن رسید که آهن و فولاد ۹۸ درصد آن را تشکیل می‌داد.

کمیسیون اروپا همچنین ترکیه، چین، هند، کانادا، تایوان و ویتنام را در میان مبدأهای اصلی کالاهای مشمول در روزهای آغازین اجرا معرفی کرد.

سازوکار تعدیل کربن مرزی اتحادیه اروپا، از جمله بخش‌های آهن و فولاد، آلومینیوم، سیمان، کودهای شیمیایی، برق و هیدروژن را دربرمی‌گیرد. آمار اعلام‌شده مربوط به روزهای نخست اجرای مرحله قطعی این سازوکار است.





پیش از توسعه ظرفیت، نیاز حلقه‌های دیگر را بسنجیم

خوراک، انرژی، حمل و بازار باید با ظرفیت تازه همراه شوند.

افزایش ظرفیت یک واحد معمولاً با یک عدد روشن معرفی می‌شود؛ اما استفاده اقتصادی از آن به مجموعه‌ای از شرایط وابسته است. خوراک، انرژی، حمل، مهارت و بازار باید در زمان مناسب کنار هم قرار گیرند. ظرفیت تازه اگر در یکی از این حلقه‌ها منتظر بماند، هنوز به مزیت تولید تبدیل نشده است.

تفاوت نرخ‌های رشد در آمار ۱۱ ماهه ۱۴۰۴ فرصتی برای طرح همین پرسش است. گزارش انجمن، رشد متفاوت حلقه‌های زنجیره را نشان می‌دهد. این داده به‌تنهایی محل دقیق گلوگاه هر کارخانه را مشخص نمی‌کند، اما هشدار می‌دهد که نگاه به یک شاخص کل، برای برنامه‌ریزی کافی نیست.

از برنامه مستقل به برنامه وابستگی‌ها

پیشنهاد تحریریه آن است که هر طرح توسعه، نقشه وابستگی داشته باشد. چه مقدار خوراک با چه کیفیتی لازم است؟ ظرفیت حمل و انبار چگونه تأمین می‌شود؟ اگر راه‌اندازی یک زیرساخت عقب بیفتد، کدام بخش برنامه تغییر می‌کند؟ پاسخ‌ها باید به مسئول و تاریخ تصمیم متصل باشند.

در این نقشه، تفاوت میان «قرارداد شده»، «در حال ساخت» و «آماده بهره‌برداری» مهم است. تبدیل این وضعیت‌ها به یک عنوان کلی «تأمین شده»، تصویر ریسک را مخدوش می‌کند. برنامه سرمایه‌گذاری بهتر است همین تفاوت‌ها را آشکار نگه دارد تا مدیریت بتواند به‌موقع اولویت را عوض کند.

ارزش انعطاف

بعضی تصمیم‌ها امکان اصلاح بیشتری دارند. اجرای مرحله‌ای یا حفظ قابلیت استفاده از چند گزینه تأمین می‌تواند در شرایط نامطمئن ارزشمند باشد. این پیشنهاد به معنی برتری همیشگی یک روش نیست؛ هزینه انعطاف نیز باید سنجیده شود. هدف، دیدن انتخاب‌هایی است که بعداً ممکن است از دست بروند.

شاخص موفقیت طرح نیز بهتر است فقط پایان نصب نباشد. آماده بودن نیروی انسانی، تکمیل مدارک و توان تحویل محصول مورد قبول مشتری، بخشی از عبور به بهره‌برداری‌اند. جشن پایان پروژه با تثبیت عملکرد تفاوت دارد.

تقاضا را به ظرفیت قابل فروش پیوند دهیم

ظرفیت اسمی خط، به‌تنهایی پاسخ نمی‌دهد چه مقدار محصول می‌توان فروخت. تیم توسعه باید مشخص کند چه گرید و ابعادی، برای کدام مشتریان و در چه بازه‌ای بازارپذیر است. بررسی درخواست‌های مشتری، قراردادهای موجود و نیاز به تأیید محصول کمک می‌کند فاصله میان تولید فنی و فروش عملیاتی روشن شود. اگر محصول تازه به آزمون یا تأیید مصرف‌کننده نیاز دارد، زمان آن باید در برنامه راه‌اندازی بیاید. تنوع محصول نیز بر سرعت خط، تغییر تنظیمات و برنامه انبار اثر می‌گذارد. سناریوی تقاضا بهتر است فقط بر مبنای رشد کلی صنعت ساخته نشود؛ چند حالت برای قیمت، حجم سفارش و تأخیر مشتری، حساسیت طرح را آشکار می‌کند.

خوراک و زیرساخت را بر مبنای کیفیت بسنجیم

تناژ مواد اولیه کافی نیست؛ مشخصات شیمیایی، رطوبت، دانه‌بندی و تغییرپذیری محموله نیز می‌تواند بر عملکرد فرایند اثر بگذارد. برنامه توسعه باید مقدار و کیفیت خوراک را در چند حالت تأمین بررسی کند و نشان دهد چه ذخیره یا جایگزینی در دسترس است. برای انرژی نیز صرف ظرفیت اتصال کافی نیست؛ زمان‌بندی، کیفیت و تداوم عرضه با الگوی کار خط سنجیده شود.

آب، گاز، برق، اکسیژن، مواد نسوز، قطعات و خدمات تعمیرات هرکدام مالک و زمان تأمین دارند. نقشه وابستگی باید روشن کند کدام زیرساخت پیش‌شرط راه‌اندازی است و کدام را می‌توان پس از شروع در مرحله‌ای توسعه داد. تفاوت «موجود»، «قرارداد شده» و «آماده بهره‌برداری» در این بخش اهمیت عملی دارد.

هزینه را در کل چرخه عمر ببینیم

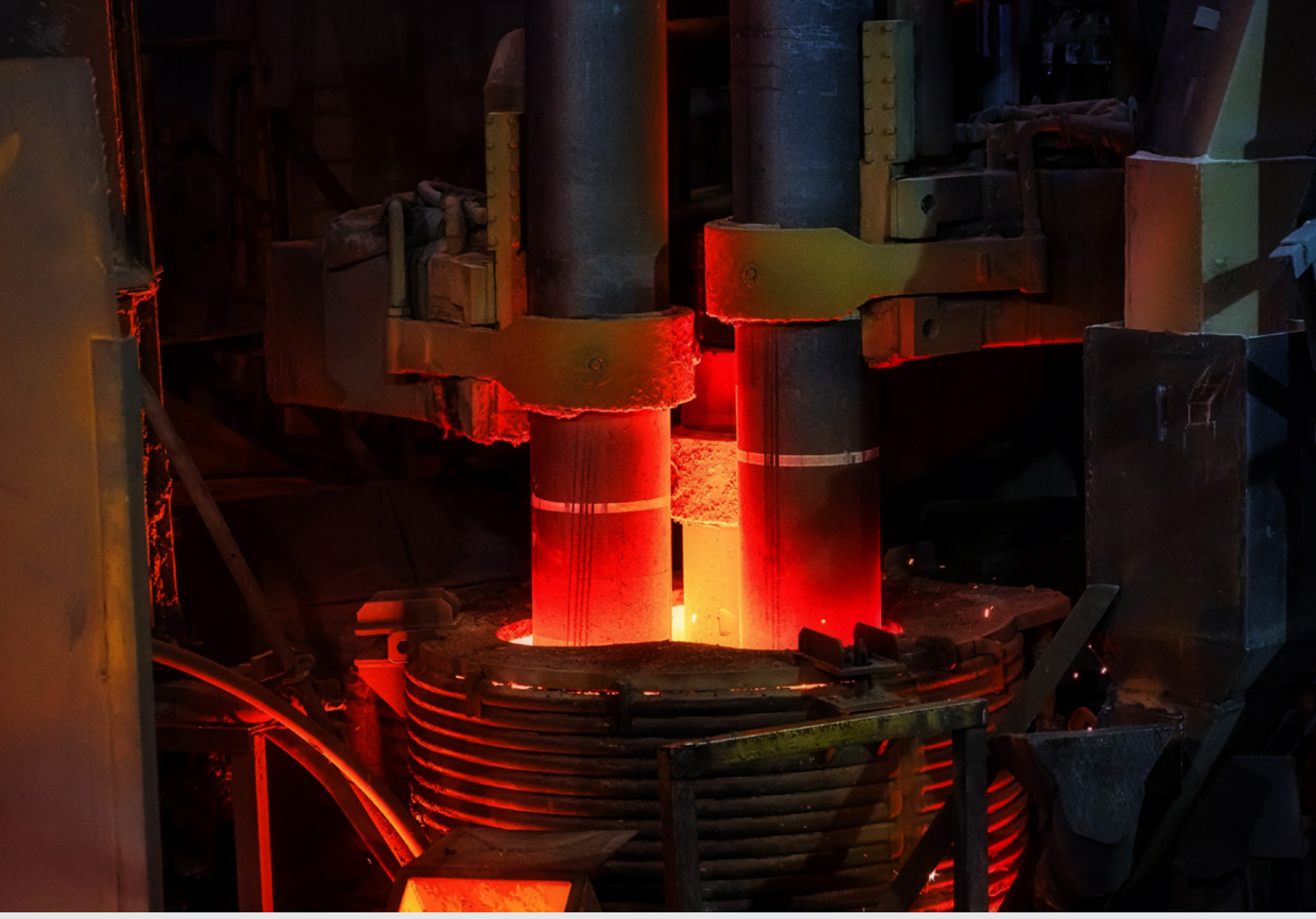
ارزیابی طرح نباید به هزینه خرید و نصب محدود بماند. سرمایه در گردش برای خرید خوراک، هزینه تعمیرات، آموزش، قطعات یدکی، حمل و تأمین مالی در دوره بالا آمدن ظرفیت نیز منابع می‌خواهند. برآورد باید فرض‌های نرخ بهره‌برداری، زمان راه‌اندازی، مصرف انرژی، ضایعات و قیمت فروش را آشکار کند. اگر یک پیش‌شرط عقب بیفتد، اثر آن بر هزینه ثابت هر تن و جریان نقدی چیست؟ پاسخ به این پرسش به مدیر امکان می‌دهد ریسک زمان را کنار ریسک قیمت ببیند. بهتر است مواردی که در محاسبه لحاظ نشده‌اند نیز فهرست شوند؛ نبود داده نباید با یک عدد قطعی پوشانده شود. گزینه کم‌هزینه‌تر روی کاغذ، ممکن است در بهره‌برداری به وابستگی یا توقف پرهزینه‌تری منجر شود.

راه‌اندازی را با دروازه‌های قابل سنجش مدیریت کنیم

گذار از نصب به تولید پایدار چند مرحله دارد: آزمون تجهیزات، پذیرش عملکرد، آموزش شیفت‌ها، تولید آزمایشی و تأیید محصول. هر مرحله باید شرط ورود و خروج روشن داشته باشد و مسئول تأیید آن مشخص باشد. اگر معیار فنی محقق نشده، بالا بردن سرعت برای رسیدن به هدف ماهانه مشکل را پنهان می‌کند. برنامه نیز باید مسیر بازگشت یا اصلاح داشته باشد تا توقف آزمایشی به تصمیم اضطراری تبدیل نشود. داده‌های روزهای نخست می‌تواند مصرف واقعی، نرخ عیب، توقف، زمان تعویض محصول و نیاز تعمیر را با فرض‌های طرح مقایسه کند. این مقایسه باید همان تعریفی را به کار ببرد که در تصویب سرمایه‌گذاری استفاده شده است.

نتیجه طرح را به یک شاخص خلاصه نکنیم

تولید بیشتر می‌تواند هدفی مشروع باشد، اما باید با کیفیت، تحویل، ایمنی، مصرف منابع و جریان نقدی سنجیده شود. داشبورد راه‌اندازی باید شاخص‌های پیشرو و پسرو را تفکیک کند: پیشرفت پیش‌شرط‌ها و آماده‌بودن نیروی انسانی در کنار محصول پذیرفته‌شده و هزینه واقعی. تناژ بالا با افزایش دوباره‌کاری یا تأخیر ارسال، الزاماً به نتیجه اقتصادی مورد انتظار نمی‌رسد. مرور دوره‌ای مدیریت باید تصمیم بعدی را تعیین کند: ادامه افزایش ظرفیت، اصلاح فرایند، توقف موقت یا بازنگری فرض تجاری. صورت‌جلسه باید مبنای تصمیم و داده‌ای را که آن را تغییر می‌دهد ثبت کند. به این ترتیب، طرح توسعه از نصب تجهیزات به چرخه یادگیری و تحقق ارزش تبدیل می‌شود.



مصرف الکترود را به هزینه هر تن فولاد پیوند بزنیم

معیار ارزیابی تأمین‌کننده باید عملکرد محموله در کوره و هزینه کل باشد؛ ظرفیت اعلام‌شده به‌تنهایی کافی نیست.

برای فولادسازِ دارای کوره قوس الکتریکی، الکترود گرافیتی یک کالای مصرفی عادی نیست. افت کیفیت یا اختلال در تأمین می‌تواند زمان ذوب، هزینه تولید و برنامه تحویل را تحت تأثیر قرار دهد. از سوی دیگر، خرید با قیمت کمتر لزوماً ارزان‌تر تمام نمی‌شود، اگر شکستگی، مصرف بالاتر یا توقف ناشی از اتصال معیوب در عمل هزینه بیشتری بسازد. بنابراین مقایسه تأمین‌کنندگان باید از قیمت هر تن الکترود فراتر رود و به هزینه هر تن فولاد سالم و قابل تحویل برسد.

افتتاح یک واحد تولیدی داخلی در اردکان، فرصت ارزیابی منبع تازه را برای صنعت فولاد مطرح می‌کند؛ اما ظرفیت اسمی یا اعلام ظرفیت جاری پاسخ نهایی درباره کیفیت و پایداری تولید نیست. خریدار باید مشخصات محصول، قابلیت تحویل و عملکرد کوره را جداگانه بررسی کند. این فرایند نه رد محصول تازه است و نه پذیرش خودکار آن؛ روشی است برای تبدیل عرضه جدید به تصمیم فنی و اقتصادی قابل دفاع.

مصرف فقط یک سازوکار ندارد

الکترود در حین کار به‌تدریج مصرف می‌شود و ممکن است بر اثر شکستگی یا جدا شدن اتصال، بخشی از طول قابل استفاده را ناگهان از دست بدهد. پژوهش‌های فنی درباره کوره قوس، سازوکارهایی چون سایش نوک، اکسید شدن سطح جانبی و خرابی‌های مکانیکی یا حرارتی را از هم تفکیک می‌کنند. سهم هر کدام در هر کوره به شرایط بهره‌برداری و ویژگی محصول بستگی دارد. به همین دلیل، یک عدد کلی مصرف بدون تعریف روش ثبت، برای رتبه‌بندی دو فروشنده کافی نیست.

مصرف ویژه را می‌توان به صورت کیلوگرم الکترود مصرف‌شده به ازای تن فولاد مذاب یا محصول سالم گزارش کرد؛ اما انتخاب مخرج باید در

کل آزمون ثابت بماند. اگر یک دوره بر مبنای فولاد مذاب و دوره دیگر بر مبنای محصول نهایی محاسبه شود، اختلاف بازده یا ضایعات نیز به‌اشتباه به پای الکترود نوشته می‌شود. بهتر است هر دو شاخص، در صورت دسترسی به داده معتبر، جداگانه گزارش شوند.

پیش از آزمون، مشخصات را هم‌تراز کنیم

مشخصات سفارش باید اندازه و قطر، گرید، الزامات الکتریکی و مکانیکی، نوع اتصال و حدود پذیرش را روشن کند. هر ویژگی در ارتباط با طراحی کوره و برنامه ذوب معنا پیدا می‌کند؛ نسخه یکسانی برای همه واحدها وجود ندارد. محموله ورودی نیز باید شناسه بچ، تاریخ تولید و برگه مشخصات قابل‌ردیابی داشته باشد تا نتیجه آزمایشگاه و سابقه مصرف به همان محصول مربوط شود.

بازرسی ظاهری و اندازه‌گیری ابعاد نقطه شروع است، نه پایان ارزیابی. پیش از نصب باید وضعیت رزوه، هم‌محوری، تمیزی اتصال، ترک یا آسیب حمل کنترل شود. رعایت روش نصب و گشتاور توصیه شده سازنده، مراقبت از انبار در برابر ضربه و آلودگی، و ثبت علت هر شکستگی کمک می‌کند عیب محصول از خطای جابه‌جایی یا مونتاژ جدا شود. اگر زنجیره تحویل تا کوره نامعلوم باشد، نسبت دادن خرابی به سازنده قابل اتکا نیست.

پایلوتی که نتیجه‌اش قابل مقایسه باشد

آزمون صنعتی باید با تعریف مشترک میان خرید، فولادسازی، آزمایشگاه و تأمین‌کننده طراحی شود. تعداد ذوب، مدت آزمون، مشخصات فولاد و شرایط پایان پایلوت از قبل تعیین شود. محصول تازه در یک بازه نماینده و با چند محموله ردیابی‌شده سنجیده شود؛ نتیجه یک ذوب خاص ممکن است از تفاوت بار، توقف یا ترکیب مواد اثر بگیرد و برای تصمیم بلندمدت کافی نباشد.

در هر شیفت، زمان روشن‌بودن برق، مدت ذوب، وضعیت بار، مصرف اکسیژن، تنظیمات توان، زمان افزودن الکترود، شکستگی، جدا شدن اتصال و میزان پسماند ثبت شود. این متغیرها نباید به‌صورت فهرست تشریفاتی جمع شوند؛ مسئول فرایند باید مشخص کند کدام تغییر می‌تواند مقایسه را مخدوش کند. برای نمونه، اگر یک آزمون با بار یا الگوی توان متفاوت انجام شده است، باید این تفاوت ثبت و در تحلیل لحاظ شود، نه آنکه همه اختلاف‌ها به کیفیت الکترود نسبت داده شود.

سامانه‌های پایش فرایند می‌توانند ثبت پیوسته و بازبینی مصرف را پشتیبانی کنند، اما جای تعریف شاخص را نمی‌گیرند. گزارش پایلوت باید داده خام، فرمول محاسبه، موارد حذف‌شده و علت تصمیم را نگه دارد. اگر نتیجه اولیه مطلوب نیست، بررسی می‌تواند با نمونه تازه یا اصلاح روش نصب ادامه یابد؛ تغییر بی‌ثبت معیار پذیرش، آزمون را به روایت پس از وقوع تبدیل می‌کند.

قیمت خرید را با هزینه کل بسنجیم

برای مقایسه اقتصادی، بهای تحویل‌شده هر واحد محصول را کنار هزینه شکستگی، اتلاف طول، توقف و اثر بر زمان ذوب قرار دهید. هزینه هر تن فولاد سالم از مجموع این هزینه‌ها بر تولید قابل قبول در دوره به دست می‌آید. ارقام باید از صورتحساب، سوابق انبار و ثبت کوره استخراج شوند؛ فرض‌ها و هزینه‌هایی که فقط برآورد هستند، با برچسب جدا ثبت شوند. مقایسه باید برای شرایط همسان انجام شود و هزینه برق یا مواد دیگر را تنها وقتی به الکترود نسبت دهد که رابطه آن با آزمون روشن باشد.

قرارداد خرید می‌تواند تحویل مرحله‌ای، معیار پذیرش محموله، امکان رسیدگی به مغایرت و ارائه گزارش فنی را مشخص کند. این شروط به معنای تضمین نتیجه کوره نیستند؛ مسئولیت کیفیت محصول، روش نصب و بهره‌برداری باید در قرارداد و دستورالعمل داخلی از هم تفکیک شوند. اگر کارخانه فقط قیمت پایه را مقایسه کند، بخشی از ریسک واقعی تا بعد از مصرف پنهان می‌ماند.

تأمین پایدار، یک شاخص جدا است

حتی محصولی که در آزمون فنی موفق می‌شود، باید در مقدار و زمان موردنیاز قابل تحویل باشد. تیم خرید، مصرف ماهانه، زمان تأمین، موجودی ایمنی و پیامد تأخیر را با برنامه تولید هماهنگ کند. موجودی بیش از نیاز، سرمایه را در انبار محبوس می‌کند؛ موجودی ناکافی نیز می‌تواند توقف کوره را محتمل سازد. آستانه سفارش باید بر پایه سابقه واقعی مصرف و زمان جایگزینی تعیین و هنگام تغییر برنامه تولید بازبینی شود.

همچنین تأمین از چند منبع، به‌تنهایی تاب‌آوری نمی‌سازد. اگر همه عرضه‌کنندگان به ماده اولیه، حمل یا یک مرحله تولید مشترک وابسته باشند، ریسک ممکن است فقط در ظاهر توزیع شود. ارزیابی باید ظرفیت قابل‌تحویل، سابقه کیفیت، برنامه نگهداری، زمان بازیابی و امکان اطلاع‌رسانی تغییر را در کنار هم ببیند.

در نهایت، پذیرش الکترود جدید زمانی تصمیمی صنعتی است که مشخصات، آزمون، مصرف ویژه، هزینه هر تن فولاد و اطمینان تحویل در یک پرونده مستند کنار هم قرار گیرند. این روش به تولیدکننده داخلی فرصت رقابت بر اساس عملکرد می‌دهد و به فولادساز اجازه می‌دهد ریسک تأمین را بدون پایین‌آوردن معیار فنی مدیریت کند.



برنامه ذوب را با بار برق هماهنگ کنیم

پیش‌بینی جداگانه انرژی و توان، امکان تنظیم شیفت و نوبت ذوب را فراهم می‌کند؛ مشروط به حفظ قیود متالورژیکی و تولید.

کوره قوس الکتریکی می‌تواند در یک نوبت تولید، بار شبکه را به‌شدت تغییر دهد. کارخانه‌ای که فقط مصرف ماهانه را می‌بیند، ممکن است از قله‌های کوتاه توان، محدودیت اتصال یا هم‌زمانی چند مصرف‌کننده مهم غافل بماند. برنامه تولید و برنامه برق باید روی یک خط زمانی مشترک قرار گیرند؛ اما جابه‌جایی ذوب فقط وقتی مفید است که با سفارش، کیفیت، ظرفیت پاتیل و ریخته‌گری پیوند داشته باشد.

پرسش اجرایی این نیست که «چگونه برق کمتری مصرف کنیم؟» بلکه این است که چه زمانی، برای چه مقدار تولید، به چه انرژی و توانی نیاز داریم و چه بخشی از آن را می‌توان بدون زیان به محصول یا ایمنی جابه‌جا کرد. پاسخ به این پرسش به داده‌های کنتور و سوابق فرایند نیاز دارد، نه به یک میانگین ساده از صورت‌حساب ماهانه.

دو پیش‌بینی برای دو تصمیم

انرژی مصرفی، معمولاً در کیلووات ساعت، مقدار کار در یک بازه را نشان می‌دهد؛ توان، بر حسب کیلووات یا مگاوات، نرخ برداشت برق را در لحظه یا فاصله کوتاه بیان می‌کند. این دو شاخص با هم مرتبط‌اند اما جای هم را نمی‌گیرند. برآورد انرژی روز بعد برای خرید و بودجه مفید است؛ برآورد توان در فواصل کوتاه‌تر به مدیریت ظرفیت قراردادی، برنامه راه‌اندازی و جلوگیری از عبور از حد مجاز کمک می‌کند.

مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۴ درباره پیش‌بینی تقاضای کوره قوس، مدل‌سازی مصرف را در بازه‌های زمانی یک‌ساعته و پیش‌بینی تقاضا را در فواصل یک‌دقیقه‌ای بررسی کرده است. هدف‌های بررسی شده شامل پایش ظرفیت اتصال شبکه و بهینه‌سازی خرید برق روز بعد بود. این تفاوت زمانی برای کارخانه کاربرد عملی دارد: تیم خرید ممکن است از پیش‌بینی روزانه استفاده کند، در حالی که برنامه‌ریز شیفت به تصویر نزدیک به‌لحظه

نیاز دارد. این نتایج مطالعه موردی‌اند و دقت آنها را نمی‌توان بدون آزمون به هر کوره تعمیم داد.

ساختن خط مبنا

مدل نخست می‌تواند از تاریخچه ساده آغاز شود: زمان شروع و پایان ذوب، مدت روشن بودن برق، وزن و نوع بار، محصول، توقف‌ها و انرژی اندازه‌گیری شده. سپس داده برنامه فردا (ترکیب سفارش، تعداد ذوب‌ها، تعمیرات، دسترسی پاتیل و ظرفیت ریخته‌گری) به پیش‌بینی اضافه می‌شود. اگر فقط نمودار کنتور در دسترس باشد، مدل می‌تواند یک خط مبنا بدهد؛ اما توضیح علت جهش یا افت به شناسه ذوب و رخداد عملیاتی نیاز دارد.

پیش‌بینی باید همراه بازه خطا و مفروضات ارائه شود. مصرف یک ذوب با ترکیب بار، گرید، شرایط نسوز، زمان انتظار و توقف‌های فرایند تغییر می‌کند. ابزار تحلیلی نباید عدد واحد و قطعی بسازد، وقتی سفارش یا وضعیت دستگاه هنوز تأیید نشده، بهتر است برنامه‌ریز ببیند کدام ورودی از تولید آمده، چه زمانی به‌روزرسانی شده و در صورت لغو یک ذوب، تخمین چگونه عوض می‌شود.

زمان‌بندی تولید یک مسئله بین‌واحدی است

برنامه ذوب باید به ریخته‌گری و نورد وصل بماند. انتقال یک نوبت به ساعت کم‌بار ممکن است پاتیل، اپراتور یا ظرفیت ریخته‌گری را از دسترس خارج کند و سپس تأخیر پایین‌دست هزینه بیشتری بسازد. در مقابل، اگر توالی تولید، موجودی فلز مذاب، سفارش و امکانات نگهداری اجازه دهد، فاصله میان چند فعالیت را می‌توان به‌صورت کنترل‌شده تنظیم کرد. تصمیم باید از هماهنگی فولادسازی، ریخته‌گری، تعمیرات، برنامه‌ریزی و انرژی بیرون بیاید.

نمی‌توان از کوره خواست در هر دقیقه‌ای خاموش شود و همان کیفیت یا زمان ذوب را حفظ کند. مداخله باید محدوده عملیاتی و شرایط ازسرگیری را در نظر بگیرد. پیش از تغییر زمان، مسئول تولید و برق باید روشن کنند چه رخدادی باعث توقف می‌شود، چه کسی اختیار اجرای آن را دارد، چه مدت وقفه قابل تحمل است و پس از بازگشت برق چه کنترل‌هایی لازم است. سناریویی که در صفحه رایانه صرفه‌جویی نشان می‌دهد، بدون بررسی واقعی تولید آماده اجرا نیست.

از پیش‌بینی تا تصمیم

پیش‌بینی زمانی مفید می‌شود که با آستانه تصمیم همراه باشد. اگر بار برنامه‌ریزی‌شده از ظرفیت قرارداد عبور می‌کند، سامانه می‌تواند هشدار زودهنگام بدهد تا اگر مصرف واقعی از الگوی مورد انتظار فاصله گرفت، اپراتور دلیل را بررسی کند. تغییر خودکار برنامه فقط پس از تأیید مسئول عملیاتی و بررسی پیامد سفارش مجاز است. این طراحی، تصمیم را به انسان نزدیک می‌کند و خطر پیروی بی‌چون‌وچرا از مدل را کاهش می‌دهد.

می‌توان در یک دوره محدود، دو گزینه را مقایسه کرد: برنامه فعلی و برنامه‌ای که فقط یک یا دو ذوب را در صورت امکان جابه‌جا می‌کند. برای هر گزینه، انرژی به ازای تن محصول، بیشینه توان، هزینه برق، زمان چرخه، توقف و میزان انطباق با سفارش ثبت شود. اگر هزینه انرژی کاهش یابد اما تأخیر تحویل، افت بازده یا مصرف مواد را بالا ببرد، نتیجه نهایی باید این مبادله را آشکار کند.

بخش اصلی مسئله، کیفیت داده است. ساعت کنتور، سامانه تولید و ثبت شیفت باید همگام باشند؛ واحد اندازه‌گیری نیز در تمام گزارش یکسان بماند. دوره‌های تعمیر یا توقف برنامه‌ریزی‌شده از ذوب عادی تفکیک شوند. نبود داده باید به‌عنوان نبود داده بماند، نه اینکه بی‌علامت با میانگین پر شود. برای هر اصلاح دستی توسط کاربر، زمان و دلیل ثبت شود تا بعداً معلوم باشد اختلاف برنامه و واقعیت از کجا آمده است.

شاخص‌هایی برای تصمیم مدیریتی

هدف را پیشاپیش تعریف کنید: کاهش قله توان، افزایش دقت خرید روزانه، پایین آوردن هزینه به ازای تن، یا محدود کردن انحراف از برنامه. یک شاخص به‌تنهایی کافی نیست. مقایسه باید شامل کیفیت فولاد، نرخ تولید، توقف، هزینه کل و ایمنی باشد. اگر کارخانه به بازار برق زمان‌مند یا قرارداد پاسخگویی تقاضا دسترسی ندارد، ممکن است مزیت اقتصادی جابه‌جایی مصرف کمتر از انتظار باشد؛ ارزش دیگر آن می‌تواند پیش‌بینی بهتر محدودیت داخلی و هماهنگی شیفت باشد.

نخستین هدف، ساخت مدل پیچیده نیست. کارخانه با ثبت رخدادها و مرور برنامه در نشست روزانه می‌تواند خطای پیش‌بینی را بسنجد. پس از شناخت منشأ اختلاف، افزودن مدل آماری یا ابزار نرم‌افزاری معنا پیدا می‌کند. این مسیر هم از خرید سامانه‌ای که داده ورودی ندارد جلوگیری می‌کند و هم امکان می‌دهد نقش فناوری به یک تصمیم عملیاتی مشخص گره بخورد.

بار برق زمانی به بخشی از برنامه تولید تبدیل می‌شود که پیش‌بینی، اختیار تصمیم، محدودیت‌های فرایند و نتیجه واقعی در یک چرخه یادگیری قرار گیرند. با این روش، کوره نه صرفاً مصرف‌کننده‌ای با قله‌های ناگهانی، بلکه واحدی برنامه‌پذیر در محدوده‌های فنی خودش خواهد بود.



خرید آهن احیای مستقیم بر پایه کیفیت و هزینه واقعی

ارزش خرید ماده احیایی به میزان آهن قابل‌استحصال، ترکیب کانی‌های باطله (گانگ) و اثر آن‌ها بر سرباره و کیفیت ذوب وابسته است. وزن محموله فقط نقطه شروع مقایسه است؛ دو محموله هم‌وزن ممکن است از نظر آهن فلزی، درجه متالیزاسیون، اکسید آهن باقی‌مانده، کربن و مواد باطله تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها بر بازده فلزی، مصرف انرژی و سرباره کوره قوس اثر می‌گذارند. آهن اسفنجی از احیای سنگ‌آهن بدون ذوب تولید می‌شود، بنابراین بسیاری از ناخالصی‌های سنگ‌آهن ورودی به فولادسازی منتقل می‌شوند. ارزیابی آن باید از مشخصات محموله تا تراز مواد و نتیجه ذوب ادامه پیدا کند.

یک نام، چند شاخص

آهن کل به‌تنهایی برای ارزیابی ماده احیایی کافی نیست. آهن فلزی، آهن کل، درجه متالیزاسیون و مقدار اکسید آهن (FeO) باید کنار هم بررسی شوند. درجه متالیزاسیون نشان می‌دهد چه نسبتی از آهن کل به شکل فلزی وجود دارد. هرچه سهم آهن احیانشده بیشتر باشد، آهن فلزی کمتری در دسترس فولادسازی قرار می‌گیرد و برای احیای اکسیدهای باقی‌مانده، مواد احیاکننده و انرژی بیشتری مصرف می‌شود. برای مقایسه قابل‌اتکای مواد، روش آزمون، مبنای محاسبه نتایج و محل نمونه‌برداری باید مشخص باشند. مقدار کربن نیز باید با توجه به مسیر تولید و هدف فولادسازی ارزیابی شود. کربن می‌تواند در واکنش‌های کوره و تأمین انرژی شیمیایی نقش داشته باشد، اما مقدار مطلوب آن به گرید، برنامه اکسیژن‌زنی، هدف کربن مذاب و ترکیب بار وابسته است؛ در نتیجه یک عدد ثابت برای همه کوره‌ها و محصولات راهنمای خرید مناسبی نیست.

گانگ، سرباره و هزینه پنهان

سیلیس، آلومینا و دیگر مواد باطله همراه آهن وارد کوره می‌شوند و بر طراحی سرباره اثر می‌گذارند. افزایش بار گانگ اسیدی می‌تواند نیاز به مواد قلیایی، تولید سرباره و آهن محبوس در سرباره را افزایش دهد. میزان این اثر به نسبت‌های شیمیایی، شیوه کار و شرایط کوره بستگی دارد؛ بنابراین ارزیابی باید بر محموله واقعی و داده‌های واحد تولید تکیه کند. مقادیر پیشنهادی مقالات یا فروشندگان به‌تنهایی معیار پذیرش ماده در کارخانه نیستند.

برگه مشخصات ماده احیایی باید دست‌کم آهن کل و فلزی، FeO، درجه متالیزاسیون، کربن، سیلیس، آلومینا، گوگرد، فسفر و رطوبت را همراه با روش نمونه‌برداری و آزمون ثبت کند. اگر گواهی آنالیز بر پایه نمونه‌برداری در مبدأ صادر شده، انطباق نمونه با محموله تحویلی نیز باید بررسی شود. در خریدهای عمده، نمونه شاهد و آزمون مستقل می‌توانند مبنای بررسی اختلاف میان گواهی آنالیز و کیفیت واقعی محموله باشند.

عناصری مانند مس، نیکل و کروم بسته به محصول اهمیت متفاوتی دارند و در فولادهای خاص ممکن است محدوده مجازشان محدودتر باشد. مزیت آهن اسفنجی با ناخالصی کمتر باید در کنار قراضه و سایر خوراک‌ها سنجیده شود؛ کیفیت یک ماده به‌تنهایی محصول نهایی را تضمین نمی‌کند.

قیمت را بر اساس آهن قابل‌استفاده محاسبه کنیم

مبنای اقتصادی خرید، هزینه هر واحد آهن فلزی تحویلی به کوره و در نهایت هزینه تولید هر تن فولاد سالم است، نه فقط قیمت هر تن آهن اسفنجی در مبدأ. حمل، رطوبت، افت وزن در حمل‌ونقل، آهن احیانشده، کربن و مواد باطله بر مقدار آهن قابل‌استفاده و هزینه فولادسازی اثر دارند. محاسبات باید بر اساس صورتحساب، وزن باسکول و آنالیز محموله انجام شوند و هزینه‌های برآوردی از هزینه‌های واقعی و ثبت‌شده جدا بمانند.

محموله ارزان‌تر ممکن است مصرف مواد کمک‌ذوب و انرژی یا تخلیه سرباره بیشتری نیاز داشته باشد، یا به دلیل افت آهن با آهن بیشتر جایگزین شود. در مقابل، محصول گران‌تر ممکن است در ترکیب بار معین بازده بهتری داشته باشد و هزینه نهایی تولید را کاهش دهد. اثبات این تفاوت نیازمند تراز مواد و محاسبه هزینه‌های واقعی کوره است. برای مقایسه تأمین‌کنندگان باید شرایط تولید، از جمله گرید فولاد، مشخصات کوره، ترکیب قراضه و روش ذوب، یکسان باشد یا تفاوت آن‌ها در تحلیل لحاظ شود.

برنامه آزمون محموله

پیش از قرارداد بلندمدت، یک آزمون محدود با محموله‌ای دارای شماره بچ مشخص انجام شود. در کنار نتایج آزمایشگاه، واحد فولادسازی باید وزن بار، نسبت آهن اسفنجی به قراضه، کیفیت سایر مواد مصرفی، زمان ذوب، مصرف انرژی و افزودنی‌ها، مقدار سرباره، بازده فلزی و ترکیب شیمیایی فولاد نهایی را ثبت کند. اگر چند عامل هم‌زمان تغییر کنند، تشخیص سهم هرکدام در نتیجه دشوار می‌شود؛ بهتر است در هر آزمون فقط یک عامل اصلی تغییر کند، یا روش ارزیابی اثر عوامل از پیش تعیین شود.

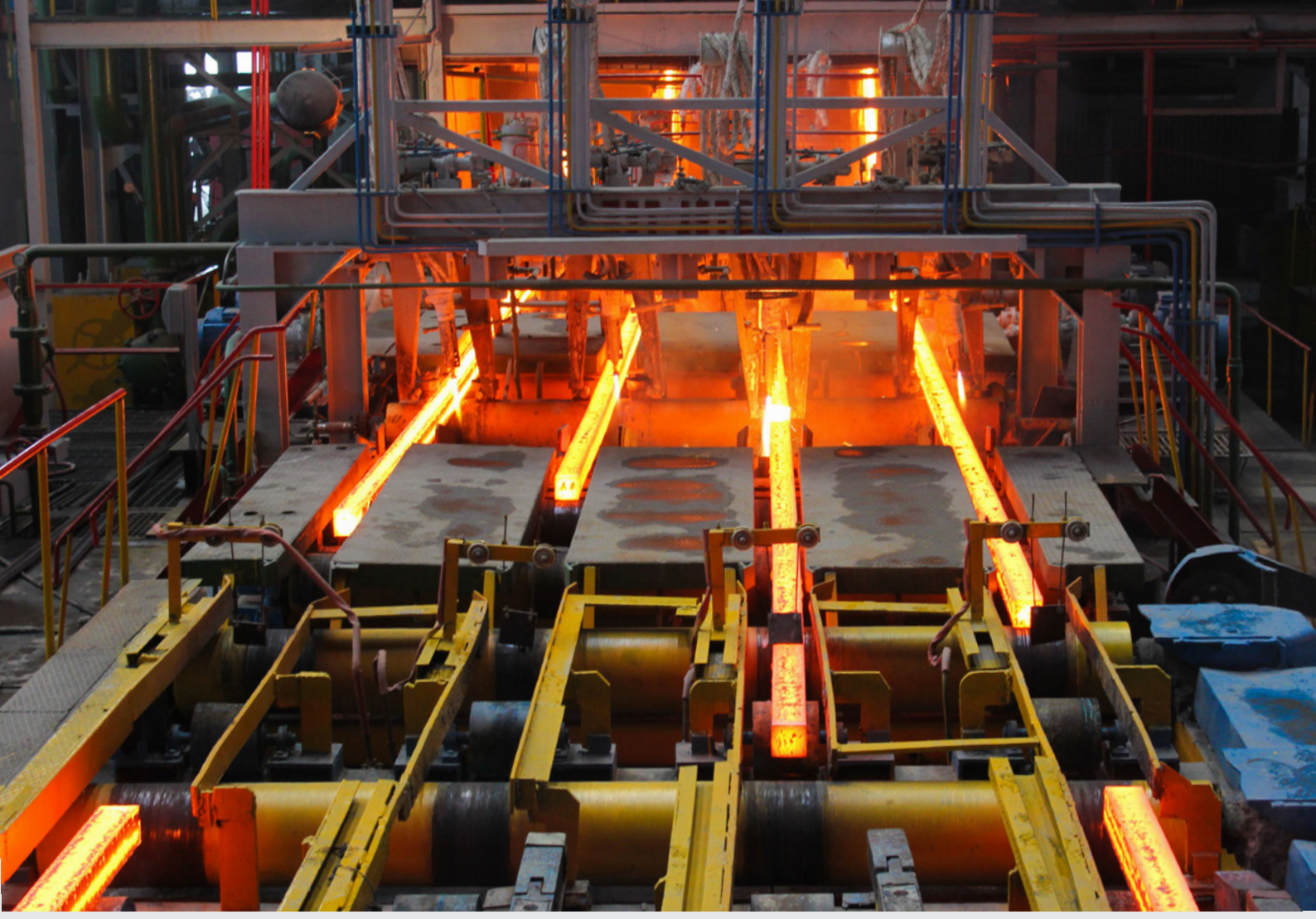
آزمون باید در چند ذوب و شرایط کاری قابل‌مقایسه تکرار شود تا پراکندگی نتایج مشخص شود. اگر کیفیت بچ‌ها متفاوت است، توزیع نتایج هر بچ و نمونه‌برداری از نقاط مختلف محموله باید بررسی شود. میانگین، دامنه تغییرات و موارد استثنایی باید ثبت شوند تا میانگین به‌تنهایی ناهمگنی را پنهان نکند.

مدیریت انبار و تحویل نیز بخشی از کیفیت ماده است. شکل محصول، بسته‌بندی، حمل، مدت نگهداری و جابه‌جایی بر رطوبت، آسیب فیزیکی و رفتار ماده اثر می‌گذارند. تفاوت شکل و چگالی آهن اسفنجی (DRI) و آهن بریکت‌شده گرم (HBI) بر بارگیری، جابه‌جایی و حمل‌ونقل مؤثر است. قرارداد باید نوع و شکل محصول و معیارهای تحویل را روشن کند. شناسه بچ نیز باید در انبار، آزمایشگاه و سامانه تولید یکسان باشد تا مشخصات و نتایج هر محموله قابل پیگیری بماند.

از خرید تا سبد خوراک

ظرفیت تولید آهن اسفنجی ایران در سال ۲۰۲۳ در برخی مرورهای فنی ۳۳٫۴۵ میلیون تن گزارش شده است؛ این رقم ظرفیت آزاد یا تولید جاری هر کارخانه را نشان نمی‌دهد. تصمیم خرید محلی باید بر عرضه قابل‌تحویل، مشخصات تأمین‌کننده و نیاز کوره مشخص تکیه کند؛ موجود بودن محصول در کشور به معنی انطباق همه محموله‌ها با همه گریدها نیست.

سیاست پایدار تأمین خوراک می‌تواند استفاده از چند منبع تأییدشده را بر اساس آزمون، کیفیت و قابلیت تحویل به‌موقع فراهم کند. ذخیره ایمنی باید با توجه به نرخ مصرف، زمان جایگزینی محموله و احتمال افت کیفیت در نگهداری تعیین شود. برای هر منبع باید سهم مجاز در ترکیب خوراک مشخص شود و تغییر سهم با بازنگری محاسبات سرباره و انرژی همراه باشد. قرارداد خرید آهن اسفنجی باید شاخص‌های کیفیت، نمونه‌برداری، حدود پذیرش و رسیدگی به اختلاف را به داده‌های عملکرد کوره مرتبط کند تا انتخاب منابع و اصلاح ترکیب خوراک بر پایه عملکرد واقعی انجام شود.



بهبود کیفیت ریخته‌گری پیوسته با تحلیل داده‌های هر ذوب

از نوسان سطح مذاب در قالب تا سرعت ریخته‌گری، کیفیت تختال به مجموعه‌ای از متغیرهای به هم پیوسته وابسته است، نه یک عامل منفرد. کارخانه‌ای که داده‌های هر ذوب را با اطلاعات قالب و خنک‌کاری ثانویه در پرونده‌ای یکپارچه و قابل ردیابی گردآوری می‌کند، می‌تواند عیوب را زودتر شناسایی کند، علل احتمالی آن‌ها را بیازماید و اصلاح فرایند را از اتکا به تجربه فردی به روشی نظام‌مند و قابل‌اندازه‌گیری تبدیل کند.

در کارخانه فولاد، گاهی کیفیت محصول نهایی به تصمیمی نسبت داده می‌شود که در انتهای خط تولید گرفته شده است؛ حال آنکه بسیاری از عیوب سطحی و داخلی در مرحله انجماد شکل می‌گیرند. ریخته‌گری پیوسته محل تلاقی عوامل متعددی از جمله ترکیب شیمیایی، دمای مذاب، جریان فولاد در قالب، تشکیل پوسته منجمد و برنامه خنک‌کاری است. ازاین‌رو، کنترل کیفیت تختال نباید به بازرسی نهایی محدود شود. لازم است بتوان مسیر هر ذوب را از پاتیل تا برش تختال بازسازی کرد و رابطه میان نشانه‌های ثبت‌شده در فرایند و عیوب مشاهده‌شده روی محصول را با داده‌های قابل‌بررسی آزمود.

این رویکرد برای مدیر تولید نیز اهمیت اقتصادی دارد. هر عیب الزاماً به ضایعات کامل منجر نمی‌شود؛ گاهی محصول با درجه کیفی پایین‌تر، پس از برش اضافی یا با محدودیت در کاربرد نهایی به فروش می‌رسد. بااین‌حال، هزینه واقعی این عیوب ممکن است در شاخص‌های کلی بازده تولید به‌خوبی دیده نشود. زمان صرف‌شده برای بازرسی، توقف خط، تعمیر غلتک‌ها، کاهش سرعت ریخته‌گری، مصرف گاز برش و ظرفیت تولید ازدست‌رفته، همگی بخشی از هزینه واقعی کیفیت نامطلوب‌اند.

قالب؛ نخستین ایستگاه کنترل کیفیت

قالب، نخستین ایستگاه شکل‌گیری و کنترل پوسته منجمد فولاد است. سطح مذاب باید در محدوده‌ای مناسب و پایدار نگه داشته شود تا جریان ورودی فولاد، لایه سرباره قالب و انتقال حرارت شرایط قابل‌کنترل‌تری داشته باشند. نوسان سطح، به‌تنهایی علت قطعی یک عیب نیست؛ بلکه نشانه‌ای است که باید در کنار نرخ ریخته‌گری، وضعیت نازل، جریان آرگون، الگوی نوسان قالب و ویژگی‌های گرید فولاد بررسی شود.

ثبت میانگین سطح، دامنه تغییرات و تعداد رخدادهای کوتاه‌مدت، هر یک اطلاعات متفاوتی به دست می‌دهد. میانگین به‌تنهایی ممکن است جهش‌هایی را پنهان کند که برای کیفیت سطح یا ایمنی فرایند اهمیت دارند. بنابراین، سامانه هشدار باید زمان وقوع، شدت و مدت هر رخداد را ثبت کند تا بتوان اطلاعات حسگر را با زمان و محل مشاهده عیب روی محصول تطبیق داد.

سرعت ریخته‌گری و دمای مذاب

سرعت ریخته‌گری و فوق‌گرمای مذاب بر شرایط انتقال حرارت، زمان انجماد و ضخامت پوسته اثر می‌گذارند. افزایش سرعت ممکن است ظرفیت تولید را بالا ببرد، اما درعین‌حال محدوده شرایط پایدار عملیاتی را محدود کند. کاهش سرعت نیز اگر با ویژگی‌های گرید فولاد و شرایط سرباره قالب سازگار نباشد، ممکن است مشکلات دیگری ایجاد کند.

دمای پاتیل، زمان انتقال مذاب، دمای تاندیش و توالی تخلیه باید همراه با سرعت ریخته‌گری ثبت شوند، نه در سامانه‌هایی جداگانه و بدون ارتباط با یکدیگر. یک عدد منفرد از اندازه‌گیری دما برای ارزیابی شرایط کافی نیست؛ محل و زمان اندازه‌گیری و عدم‌قطعیت ابزار نیز اهمیت دارند. مقایسه روندها باید با درنظرگرفتن گرید، ماشین ریخته‌گری و شرایط عملیاتی انجام شود، نه بر اساس یک حد عددی یکسان برای تمام ذوب‌ها.

خنک‌کاری ثانویه؛ فراتر از میزان مصرف آب

در خنک‌کاری ثانویه، توزیع آب و مدت حضور محصول در هر ناحیه بر مسیر دمایی پوسته و روند انجماد اثر می‌گذارند. فشار آب به‌تنهایی نشان نمی‌دهد که نازل به‌درستی پاشش می‌کند؛ گرفتگی، فرسودگی، فاصله نازل از سطح محصول و تغییر عرض تختال نیز در عملکرد خنک‌کاری مؤثرند.

نتایج بازرسی دوره‌ای الگوی پاشش باید همراه با نقشه نازل‌ها و سوابق تعویض یا تعمیر آن‌ها ثبت شود. سرعت کشش، دمای سطح، وضعیت آب‌بندی و شرایط خنک‌کاری در نواحی مختلف نیز باید در ارتباط با یکدیگر بررسی شوند. مقایسه مصرف کل آب در دو شیفت، بدون توجه به گرید، عرض تختال و نرخ ریخته‌گری، ممکن است به نتیجه‌گیری نادرست منجر شود.

داده معتبر، پیش‌شرط تحلیل قابل‌اعتماد

اندازه‌گیری دما با دوربین فروسرخ یا حسگرهای تماسی زمانی ارزش تحلیلی دارد که اطلاعات آن به موقعیت مکانی، زمان اندازه‌گیری و وضعیت کالیبراسیون دستگاه متصل باشد. تصویر حرارتی بدون شناسه ذوب، مشخصات نسخه نرم‌افزار، فاصله حسگر تا سطح و اطلاعات مربوط به وضعیت سطح محصول، به‌تنهایی مدرک کافی برای کنترل فرایند نیست.

همین اصل درباره داده‌های سامانه کنترل توزیع‌شده و حسگرهای سطح قالب نیز صدق می‌کند. ساعت تجهیزات و سامانه‌های ثبت داده باید هماهنگ باشد و هرگونه تغییر دستی در نقطه تنظیم نیز ثبت شود. تعریف یک ساختار ساده و مشترک برای داده‌ها، شامل شناسه ذوب، شماره ماشین، گرید، زمان و واحد اندازه‌گیری، گاهی پیش از خرید یا توسعه الگوریتم‌های پیچیده ارزش قابل‌توجهی ایجاد می‌کند. اگر دو سامانه زمان وقوع یک رویداد را متفاوت ثبت کنند، ممکن است ترتیب رخدادها اشتباه تشخیص داده شود و تحلیل رابطه علت و معلولی به نتیجه‌ای نادرست برسد.

ثبت و طبقه‌بندی استاندارد عیوب

پایگاه داده عیوب باید از نام‌گذاری و معیارهای طبقه‌بندی یکسانی پیروی کند. اصطلاحاتی مانند «ترک»، «پوسته‌ریزی» یا «حبس سرباره» به‌تنهایی برای تحلیل دقیق کافی نیستند. محل عیب، جهت، اندازه، عمق تخمینی، مرحله کشف، نتیجه ارزیابی آزمایشگاهی و نحوه تعیین تکلیف محصول باید ثبت شوند.

برای کاهش اختلاف در تشخیص و ثبت عیوب، کارکنان بازرسی باید از معیارهای مشترک و نمونه‌های تصویری مرجع استفاده کنند. اگر یک شیفت عیوب کوچک را ثبت کند و شیفت دیگر از ثبت آن‌ها صرف‌نظر کند، تغییرات نمودار روند لزوماً نشان‌دهنده تغییر واقعی کیفیت نخواهد بود. بازبینی نمونه‌ای پرونده‌ها به‌وسیله کارشناسان متالورژی و کیفیت می‌تواند اختلاف در تشخیص و طبقه‌بندی عیوب را آشکار کند.

یادگیری ماشین؛ ابزار کمکی، نه جایگزین مهندسی

مدل‌های یادگیری ماشین می‌توانند الگوهای غیرعادی در نوسان سطح یا ترکیب متغیرهای فرایندی را زودتر از بررسی دستی شناسایی کنند؛ اما پیش‌بینی مدل جایگزین تحلیل متالورژیکی و شناخت فرایند نیست. نامتوازن بودن داده‌ها، تغییر گرید و تعمیر یا تعویض تجهیزات می‌تواند شرایط عملیاتی را از وضعیت موجود در داده‌های آموزشی مدل دور کند و دقت پیش‌بینی را کاهش دهد.

پیش از استقرار عملیاتی مدل، باید میزان هشدارهای کاذب و عیوب شناسایی‌نشده، به تفکیک گرید و ماشین ریخته‌گری، ارزیابی شود. در دوره آزمایشی بهتر است مدل صرفاً هشدار تولید کند و تصمیم درباره توقف خط یا تغییر تنظیمات، مطابق دستورالعمل مصوب و با مسئولیت اپراتور مربوط گرفته شود. هر هشدار نیز باید تا اقدام انجام‌شده و پیامد آن قابل‌ردیابی باشد؛ در غیر این صورت، سامانه صرفاً به تولید پیام‌هایی تبدیل می‌شود که تأثیر مشخصی بر فرایند ندارند.

اجرای مرحله‌ای؛ از یک عیب مشخص تا اصلاح فرایند

اجرای عملی این رویکرد می‌تواند با یک مسئله محدود آغاز شود؛ برای مثال، افزایش تکرار یک نوع عیب سطحی در گریدی مشخص یا روی یک ماشین ریخته‌گری. گروهی مشترک از متخصصان ریخته‌گری، متالورژی، کیفیت، ابزار دقیق و تعمیرات می‌توانند داده‌های چند ماه را بررسی کنند، میزان اتکاپذیری آن‌ها را بسنجند و تعریف عیب را استاندارد کنند.

سپس باید فرضیه‌ای مشخص، مانند ارتباط میان نوسان سطح مذاب و محل بروز عیب، انتخاب و با استفاده از چند ذوب مستقل آزموده شود. نتیجه تحلیل باید با وضعیت محصول نهایی مقایسه شود، نه اینکه صرفاً به نمودار حسگرها اتکا شود. اگر شواهد از علت احتمالی پشتیبانی کنند، می‌توان تغییر نقطه تنظیم را در مقیاسی محدود آزمایش کرد و اثر آن را هم‌زمان بر میزان عیب، سرعت تولید، توقف خط و ایمنی سنجید.

تکمیل چرخه بازرسی و بازخورد

بازرسی سطح و آزمون‌های متالوگرافی باید حلقه بازخورد را کامل کنند. بررسی مقاطع تختال، ارزیابی پوسته منجمد و مطالعه محل ترک می‌تواند شواهدی فراهم کند که حسگرها به‌تنهایی قادر به ارائه آن‌ها نیستند. تصاویر عیوب باید همراه با مقیاس و شناسه ذوب بایگانی شوند تا تغییرات شدت و محل آسیب در طول زمان قابل‌ارزیابی باشد.

بازرسی چشمی نیز باید بر نمونه‌های مرجع و معیارهای مشترک استوار باشد. ثبت عبارت‌هایی مانند «عیب شدید»، بدون تعریف روشن و قابل‌اندازه‌گیری، مقایسه نتایج در دوره‌های مختلف را بی‌اعتبار می‌کند.

از داده تا تصمیم و نتیجه قابل‌اندازه‌گیری

دستاورد این رویکرد، صرفاً یک داشبورد رنگی یا مجموعه‌ای از نمودارها نیست؛ بلکه ایجاد چرخه‌ای است که داده را به تصمیم و تصمیم را به نتیجه‌ای قابل‌اندازه‌گیری پیوند می‌دهد. کارخانه باید بتواند مشخص کند کدام عیب کاهش یافته، چه تغییری در فرایند اعمال شده، نتیجه روی کدام گرید به دست آمده و این تغییر چه پیامدهای جانبی داشته است.

اگر داده‌ها ناقص‌اند، اصلاح روش ثبت، هماهنگ‌سازی ساعت‌ها و یکپارچه‌کردن شناسه‌ها باید در اولویت قرار گیرد. اگر طبقه‌بندی عیوب ناسازگار است، تدوین معیارهای مشترک و آموزش کارکنان مقدم بر توسعه مدل‌های پیچیده خواهد بود. فناوری زمانی ارزش واقعی ایجاد می‌کند که کارکنان بتوانند نتایج را بررسی کنند، مبنای تصمیم روشن باشد و مسئولیت اقدام مشخص بماند.



یارا رسانه

از ایده تا اثر

با یارا رسانه

رشد کسب و کار شما

هوش مصنوعی

قدرت هوش مصنوعی

- تولید محتوا
- ویدئو تبلیغاتی
- دستیار هوشمند
- خودکارسازی بازاریابی

خلاقیت تبلیغاتی

خدمات

- طراحی وب سایت
- سئو (SEO)
- شبکه های اجتماعی
- برندینگ
- تبلیغات چاپی و محیطی

استراتژی بازار

ایده تان را با ما در میان بگذارید.

۰۹۱۲۱۸۵۳۶۹۵

۰۲۱-۲۲۷۷۹۳۴۰ تهران، پاسداران، گلستان پنجم، پلاک ۲۰۹

www.yararasaneh.com

@yararasaneh



هزینه فروآلیاژ را با بازیابی واقعی محاسبه کنیم

قیمت خرید فروآلیاژ فقط بخشی از هزینه افزودن عنصر به فولاد است. بازده بازیابی، اکسیژن و سرباره، زمان افزودن، اختلاط و پراکندگی ترکیب در ذوب تعیین می‌کند چه مقدار عنصر به محصول برسد. ثبت یک موازنه ساده برای هر گرید می‌تواند خرید، مصرف و کیفیت را به هم متصل کند.

در بسیاری از واحدهای فولادسازی، حسابداری مصرف فروآلیاژ با تقسیم مقدار خرید بر تن فولاد تولیدشده آغاز می‌شود. این شاخص برای کنترل موجودی مفید است، اما نمی تواند پاسخ دهد که چرا دو ذوب از یک گرید با مقدار افزودن برابر به ترکیب نهایی متفاوت می‌رسند. عنصر افزوده‌شده ممکن است اکسید شود، وارد سرباره شود، به شکل ذره حل‌نشده باقی بماند یا به‌علت خطای نمونه‌برداری در آزمایش نهایی دیده نشود. پس «مصرف ویژه» و «بازیابی متالورژیکی» دو مفهوم جدا هستند. مدیریت هزینه باید هر دو را بسنجد و اثر تصمیم عملیاتی را از اثر خطای اندازه‌گیری جدا کند.

بازده بازیابی را می‌توان به صورت سهم عنصر افزوده شده‌ای تعریف کرد که در فولاد مذاب باقی می‌ماند. برای برآورد اولیه، جرم عنصر قابل انتظار در فولاد نهایی از اختلاف عیار پیش و پس از افزودن و جرم ذوب به دست می‌آید؛ سپس با مقدار عنصر واردشده از فروآلیاژ مقایسه می‌شود. در عمل، موازنه ساده به شرطی معتبر است که تغییرات ناشی از رقیق‌شدن، سرباره‌برداری، نمونه‌گیری و افزودن مواد دیگر ثبت شده باشد. اگر در فاصله دو نمونه، اکسیژن‌زدا یا قراضه نیز وارد شده باشد، نسبت‌دادن کل تغییر به یک فروآلیاژ اشتباه است. بنابراین شاخص باید با تعریف روش، زمان نمونه‌گیری و حدود کاربرد منتشر شود.

یک مثال محاسباتی، منطق را روشن می‌کند. فرض کنیم برای افزایش منگنز در یک ذوب ۱۰۰ تنی، ۱۰۰۰ کیلوگرم فروآلیاژ با عیار ۷۵ درصد منگنز وارد شده باشد. ورودی نظری منگنز ۷۵۰ کیلوگرم است. اگر نمونه‌های معتبر و موازنه اصلاح‌شده نشان دهند که ۶۰۰ کیلوگرم در فولاد باقی

مانده، بازیابی برآوردی ۸۰ درصد خواهد بود. در پرونده واقعی باید جرم دقیق ذوب، آنالیز محموله، رطوبت یا اکسیدشدگی ماده در صورت اثرگذاری، زمان افزودن، دمای فولاد و روش تحلیل ثبت شود. استفاده از یک درصد ثابت برای همه ذوب‌ها این تفاوت‌ها را می‌پوشاند.

عوامل مؤثر به شیمی مذاب و روش افزودن وابسته‌اند. اکسیژن محلول، ترکیب سرباره، دما، اندازه و شکل ذرات، محل ورود ماده و شدت اختلاط بر حل‌شدن و اکسیدشدن عنصر اثر می‌گذارند. برای عناصر واکنش‌پذیر، ترتیب افزودن و وضعیت سرباره می‌تواند تعیین‌کننده باشد. جریان آرگون نیز در برخی شرایط به یکنواخت‌شدن دما و ترکیب کمک می‌کند، اما مقدار گاز و زمان هم‌زدن باید با کیفیت فولاد، پاشش، جذب گاز و سرباره در نظر گرفته شود. نسخه‌ای که برای یک کوره، پاتیل و گرید مؤثر بوده، بدون آزمون به خط دیگر قابل تعمیم نیست.

هزینه مؤثر عنصر را می‌توان به‌صورت قیمت هر کیلوگرم عنصر خریداری‌شده تقسیم بر بازیابی برآوردی محاسبه کرد؛ هزینه حمل، بسته‌بندی، نوسان نرخ ارز و زیان ناشی از محصول خارج از ترکیب نیز در تصمیم خرید مؤثرند. اگر دو محموله از نظر عیار و قیمت متفاوت باشند، مقایسه صرف قیمت هر تن فروآلیاژ تصمیم دقیق نمی‌دهد. این محاسبه می‌تواند ارزش یک محموله باکیفیت‌تر را آشکار کند، اما نباید ادعای عملکرد را بدون نمونه‌گیری مستقل از تأمین‌کننده بپذیرد.

آزمون پذیرش محموله باید از خرید تا مصرف پیوسته باشد. گواهی آنالیز فروشنده، نمونه‌برداری هنگام دریافت، شرایط انبارش، شماره بچ و نتایج آزمایشگاهی به یک شناسه وصل شوند. رطوبت، دانه‌بندی، ناخالصی و تغییر شکل فیزیکی در حمل ممکن است رفتار ماده را تغییر دهند. آزمایشگاه باید روش نمونه‌سازی و آماده‌سازی را ثابت نگه دارد؛ اندازه‌گیری دقیق از نمونه غیرنماینده، نتیجه قابل اتکا تولید نمی‌کند. اگر اختلاف میان گواهی و آزمون داخلی دیده شد، مواد تا تعیین تکلیف قابل ردیابی بمانند و اصلاح داده پس از مصرف پنهان نشود.

برای کنترل نوسان ترکیب، میانگین بازیابی کافی نیست. توزیع نتایج، اندازه نمونه، پراکندگی بین شیفت‌ها و درصد ذوب‌های خارج از دامنه هدف نیز باید بررسی شود. بازیابی بالا اما پرنوسان ممکن است از عدد میانگین پایین‌تر ولی پایدار، ریسک بیشتری برای محصول ایجاد کند. کنترل آماری فرایند زمانی معنا دارد که نقطه اندازه‌گیری ثابت و مشخصات محصول روشن باشد. حدود پذیرش باید از استاندارد محصول و توان فرایند کارخانه بیاید، نه از یک عدد عمومی در منابع علمی یا دفترچه فروش. تغییر گرید یا تعمیرات اساسی نیز می‌تواند رابطه تاریخی را بشکند و نیازمند بازتنظیم مبنا باشد.

یک طرح آزمایشی کم‌ریسک (پایلوت) می‌تواند بر یک عنصر آلیاژی، یک گرید فولاد و یک روش افزودن متمرکز شود. در گام نخست، گروه‌های متالورژی، خرید، آزمایشگاه و تولید، داده‌های چند ذوب را پاک‌سازی می‌کنند و صحت موازنه مواد را به‌طور مستقل بررسی می‌کنند. سپس یک تغییر مشخص، مانند محل یا زمان افزودن عنصر، در مجموعه‌ای کنترل‌شده از ذوب‌ها آزمایش می‌شود.

معیار موفقیت باید پیشاپیش تعیین شود: کاهش مصرف عنصر به ازای تن محصول منطبق، حفظ عیار و خواص، کاهش تغییرپذیری و نبود افزایش عیب یا زمان چرخه. اگر صرفه‌جویی خرید با افزایش ذوب اصلاحی یا محصول درجه دو همراه شود، مداخله موفق نیست.

نکته مهم دیگر تفکیک عدم قطعیت است. نوسان جرم پاتیل، خطای توزین فروآلیاژ، دقت آنالیز شیمیایی و خطای نمونه‌برداری همگی بر نسبت محاسبه شده اثر می‌گذارند. اگر تغییر عیار کوچک و در حد خطای آزمایش باشد، نباید تفاوت بازیابی را قطعی اعلام کرد. گزارش باید تعداد ذوب‌ها، بازه زمانی و عدم‌قطعیت اندازه‌گیری را نشان دهد. برای تصمیم‌های پرهزینه، مقایسه با نمونه شاهد یا تکرار آزمایش کمک می‌کند مشخص شود که بهبود مشاهده‌شده واقعی است یا از نوسان طبیعی داده‌ها ناشی می‌شود.

داده‌های بازیابی‌شده می‌توانند در مذاکره با تأمین‌کنندگان نیز مفید باشند. ثبت مشخصات هر محموله و عملکرد آن در ذوب، گفت‌وگو را از ادعاهای کلی درباره کیفیت به مقایسه‌های قابل‌اندازه‌گیری تبدیل می‌کند. بااین‌حال، مقایسه تأمین‌کنندگان باید تفاوت در ترکیب شیمیایی، شرایط نگهداری و فرایند تولید کارخانه را در نظر بگیرد؛ در غیر این صورت، ممکن است اثر تفاوت‌های فرایندی به اشتباه به کیفیت ماده نسبت داده شود. تدوین و انتشار یک راهنمای داخلی که فرمول محاسبه، موارد استثنا و مسئول تأیید نتایج را مشخص کند، به کاهش اختلاف میان واحدهای خرید و متالورژی کمک می‌کند.

نتیجه اقتصادی از انضباط داده می‌آید، نه صرفاً از کم‌کردن مقدار افزودنی. اگر آزمایشگاه، تولید و انبار هرکدام شناسه و زمان متفاوتی ثبت کنند، محاسبه بازیابی ظاهری خواهد بود. واحد فولادسازی باید اندازه‌گیری را با نمونه‌های شاهد، کالیبراسیون ابزار و بازبینی موازنه کنترل کند و در گزارش، داده واقعی را از مثال محاسباتی یا فرضیه جدا بنویسد. وقتی هزینه هر تن فولاد منطبق و پراکندگی ترکیب کنار هم دیده شوند، مدیر می‌تواند میان گزینه‌های خرید، تغییر عملیات و حفظ حاشیه ایمنی تصمیم آگاهانه بگیرد. هدف نهایی، مصرف کمتر به هر قیمت نیست؛ رساندن ترکیب درست، با نوسان کمتر و هزینه قابل توضیح است.



پیش از صادرات، مدارک محصول را کامل کنیم

اطلاعات کیفیت، سوابق تولید و داده مورد نیاز خریدار باید به همان محموله‌ای مربوط باشند که ارسال می‌شود. صادرکننده ممکن است محصولی مطابق مشخصات تولید کرده باشد، اما هنوز برای پاسخ‌دادن به پرسش خریدار آماده نباشد. اطلاعات آزمون در آزمایشگاه، سوابق تولید در واحد بهره‌برداری و مدارک تجاری نزد فروش است. وقتی این بخش‌ها به یک شناسه مشترک متصل نیستند، تکمیل پرونده به جست‌وجوی افراد وابسته می‌شود. شروع مرحله قطعی اجرای ضوابط ورود فولاد کم کربن در مرز اروپا(CBAM) در ابتدای ۲۰۲۶، به این مسئله بُعد تازه‌ای داده است. اطلاعات میزان انتشار کربن محصول فولادی برای برخی معاملات، بخشی از گفت‌وگوی پیش از حمل است. اما پرونده صادراتی را نباید به یک فرم کربن محدود کرد. هویت کالا، مشخصات فنی، داده مورد توافق و شرایط تحویل باید با یکدیگر سازگار باشند.

یک محصول، یک مسیر قابل پیگیری

پیشنهاد عملی تحریریه، تعریف پرونده‌ای است که از سفارش تا محصول قابل دنبال‌کردن باشد. شماره سفارش، شناسه تولید و مدارک کیفیت باید به هم اشاره کنند.

اگر سفارش به چند محموله تقسیم شود یا بخشی از محصول تغییر تخصیص دهد، این رابطه نیز باید به‌روز شود. هدف، افزایش کاغذبازی نیست؛ جلوگیری از پاسخ‌های ناسازگار است.

بهتر است پیش از پذیرش سفارش، نیاز اطلاعاتی خریدار روشن شود. چه داده‌ای درخواست شده و با چه دامنه و دوره‌ای؟ آیا تیم فنی قادر به ارائه آن است؟ پاسخ مبهم در مرحله مذاکره، می‌تواند به تعهدی تبدیل شود که پس از تولید به‌سختی قابل انجام است. فروش نباید وعده‌ای بدهد که پشتوانه مستند ندارد.

مرز تجاری و مرز فنی

درخواست خریدار ممکن است از چند الزام متفاوت ناشی شود. تیم باید بداند کدام بخش مربوط به قرارداد، کدام بخش مربوط به مقررات و کدام بخش ترجیح تجاری مشتری است. این تفکیک کمک می‌کند پاسخ دقیق باشد و الزام یک پرونده به همه بازارها تعمیم داده نشود. بررسی حقوقی معامله نیز باید بر متن قابل اعمال در همان تاریخ تکیه کند.

برای داده انتشار، روش و مرز باید همراه عدد باشند. اگر داده برآوردی است یا بخشی از اطلاعات هنوز در حال تکمیل است، وضعیت آن باید آشکار باشد. ارائه عددی با ظاهر دقیق، بدون امکان توضیح منشأ آن، اعتماد بیشتری ایجاد نمی‌کند. تیم پاسخگو باید بتواند مسیر رسیدن به نتیجه را نشان دهد.

پرونده را با حمل هماهنگ کنیم

آمادگی سند و آمادگی فیزیکی بار دو رویداد جدا هستند. در برنامه تحویل باید روشن باشد چه چیزی پیش از خروج کالا لازم است و چه کسی کامل بودن آن را بررسی می‌کند. اگر بار آماده باشد ولی سند مورد توافق فراهم نباشد، اعلام «اتمام تولید» مسئله تحویل را حل نکرده است.

در پایان اسفند، تحولات تنگه هرمز نشان می‌دهد مسیر حمل نیز باید در همین پرونده دیده شود. درخواست IMO برای چارچوب عبور ایمن، معادل تضمین تردد نیست. واحد فروش باید فرض‌های زمان و مسیر را با اطلاعات تاریخ‌دار به‌روز کند و تغییرهای لازم را از مسیر رسمی با مشتری هماهنگ سازد.

مالک پرونده کیست؟

مسئول هماهنگی باید مشخص باشد، اما مسئولیت تخصصی هر بخش باقی بماند. واحد تجاری نمی‌تواند داده فنی را به تنهایی تأیید کند و واحد فنی نیز جای مسئول حمل تصمیم را نمی‌گیرد. یک نقطه هماهنگی، از پراکنده‌شدن پیگیری جلوگیری می‌کند.

دامنه پرونده را برای هر سفارش تعریف کنیم

فهرست مدارک برای همه بازارها و محصولات یکسان نیست. قرارداد، استاندارد فنی، مقررات مقصد و شیوه حمل می‌توانند الزامات متفاوتی ایجاد کنند. پیش از تولید، فروش و تیم فنی باید درخواست مشتری را به پرسش‌های مشخص تبدیل کنند: کدام گواهی، برای چه محصولی، در چه بازه‌ای و با چه قالبی؟ درخواست داوطلبانه مشتری را نباید با الزام قانونی یا تعهد قراردادی یکی گرفت. نسخه دستورالعمل و تاریخ اعتبار آن نیز ثبت شود تا هنگام تغییر شرایط، روشن باشد کدام بخش پرونده باید دوباره بررسی شود.

عدد بدون روش محاسبه، قابل دفاع نیست

اگر داده انتشار یا مصرف منابع ارائه می‌شود، همراه مقدار باید واحد، مرز محاسبه، دوره و روش به دست آمدن آن مشخص باشد. تیم باید بداند عدد اندازه‌گیری شده، از داده فعالیت و ضریب محاسبه شده است یا برآوردی. اگر اطلاعات از تأمین‌کننده مواد اولیه می‌آید، منبع و دوره آن نیز نگهداری شود تا مسیر بازبینی قطع نشود. تغییر ضریب، روش تخصیص یا مرز گزارش باید با تاریخ اجرا و مسئول تأیید ثبت شود. نسخه نهایی باید به اسناد پایه بازگردد، نه فقط به فایلی که عدد نهایی در آن درج شده است.

مدارک فنی را به اسناد حمل پیوند دهیم

گواهی آزمون، برگه مشخصات، فهرست بسته‌بندی، فاکتور و بارنامه باید به همان محصول یا بسته اشاره کنند. تفاوت در نام‌گذاری، شماره ذوب، گرید یا واحد می‌تواند بررسی سند را طولانی کند؛ بنابراین جدول تطبیق شناسه‌ها پیش از خروج بار کنترل شود. اگر سفارش در چند نوبت حمل می‌شود، پرونده هر محموله باید بسته‌ها و اسناد مربوط را مشخص کند. اصلاح سند نیز باید نسخه قبلی را باطل یا مشخص کند، نه آنکه نسخه تازه بی‌ردپا جای آن بنشیند. مسئول بارگیری باید بداند کدام فهرست آخرین نسخه تأییدشده است و چگونه مغایرت را گزارش کند.

چک‌لیست خروج، نقص را پیش از مرز پیدا کند

پیش از آزادسازی سفارش، بازبینی کوتاهی انجام شود و هویت محصول، کامل‌بودن اسناد، تطبیق کمیت و وزن، نسخه جاری گواهی‌ها و مسئول حل استثنا را کنترل کند. وضعیت پرونده روشن باشد: کامل، در انتظار داده یا نیازمند اصلاح. اگر مدرکی ناقص است، علت و زمان اقدام ثبت شود تا تأخیر به پیگیری شفاهی وابسته نماند. مرور دوره‌ای موارد برگشتی از مشتری یا گمرک نیز نشان می‌دهد نقص‌ها در کدام مرحله تکرار می‌شوند. این داده می‌تواند به اصلاح فرم سفارش، آموزش یا کنترل نهایی منجر شود. پرونده صادراتی زمانی مفید است که هم پاسخ مستند بدهد و هم محموله را به‌موقع آماده تحویل کند.

پرونده کامل، همه ریسک‌ها را حذف نمی‌کند. ارزش آن در این است که سازمان بداند چه چیزی را می‌داند، چه چیزی هنوز معلوم نیست و برای هر بخش چه کسی پاسخ‌گوست. در بازاری که عدم قطعیت بیشتر شده، همین قابلیت می‌تواند بخشی از مزیت رقابتی باشد.



پرونده دیجیتال محموله چه اطلاعاتی می‌خواهد؟

اتصال شناسه محصول، نتایج آزمون و سوابق تغییر، پیداکردن سند معتبر را آسان‌تر می‌کند.

ذخیره نسخه اسکن‌شده اسناد، برای تشکیل پرونده دیجیتال محموله کافی نیست. ارزش زمانی ایجاد می‌شود که رابطه میان محصول، داده کیفیت و سابقه تغییرها روشن باشد. اگر فایل‌ها کنار هم ذخیره شوند اما هویت مشترک نداشته باشند، سرعت جست‌وجو شاید بهتر شود، ولی احتمال تناقض همچنان باقی می‌ماند.

شروع را از یک مسیر محدود انتخاب کنیم

برای طراحی چنین قابلیتی می‌توان یک محصول و یک مسیر تحویل را انتخاب کرد. ابتدا باید معلوم شود در هر مرحله چه شناسه‌ای ایجاد می‌شود و چه کسی آن را تغییر می‌دهد. اشتباه‌های تایپی، ثبت تکراری و کدهای محلی واحدها از همان ابتدا اهمیت دارند. اتصال خودکار دو سامانه، اختلاف معنای داده را خودبه‌خود حل نمی‌کند.

لایه نخست، داده مرجع است: نام محصول، واحد اندازه‌گیری، گرید و وضعیت سند. لایه بعدی، رخدادهاست: تولید، آزمون، تخصیص و ارسال. سند پشتیبان باید به رخداد درست متصل شود. در این ساختار، هر اصلاح لازم است تاریخ، علت و مسئول داشته باشد تا نسخه نهایی از مسیر شکل‌گیری خود جدا نشود.

هوش مصنوعی چه نقشی دارد؟

مدل می‌تواند در یافتن مغایرت یا دسته‌بندی سند کمک کند، اما اعتبار یک گواهی را صرفاً از ظاهر آن تضمین نمی‌کند. خواندن خودکار متن نیز باید با کنترل نمونه و مدیریت خطا همراه باشد. به‌ویژه در ارقام، واحدها و شناسه‌ها، یک خطای کوچک می‌تواند سند را به کالای دیگری وصل کند. برای کاربردهای مولد، مرز روشن‌تری لازم است. تولید پیش‌نویس پاسخ به

خریدار با ساختن داده فنی تفاوت دارد. سامانه باید فقط از اطلاعات مجاز و قابل ارجاع استفاده کند و بخش نامعلوم را به بررسی انسانی بسپارد. پاسخ روان، شاهد صحت محتوا نیست.

امنیت و نگهداری

در پرونده محموله، اطلاعات مشتری و فرایند تولید کنار هم قرار می‌گیرند. دسترسی باید متناسب با نقش باشد و نسخه پشتیبان، بازیابی و خروج کارکنان از سازمان در طراحی دیده شود. نوسازی BETA ۲ در Linz یادآوری می‌کند که امنیت و دسترس‌پذیری سامانه بخشی از برنامه صنعتی است؛ این موضوع با افزودن یک مدل تحلیلی حل نمی‌شود.

ارزیابی چنین پروژه‌ای بهتر است به وظیفه نزدیک باشد. آیا زمان یافتن سند معتبر کوتاه‌تر شده؟ آیا ناسازگاری نسخه‌ها قابل تشخیص است؟ آیا کارکنان می‌توانند مسئول اصلاح را پیدا کنند؟ این پرسش‌ها پیش از وعده‌های بزرگ، اثر عملی سامانه را روشن می‌کنند.

داده قابل اتکا داشته‌ای است که پس از پایان پروژه نیز باید نگهداری شود. اگر مسئول تغییر کدها، تعریف محصول یا روش ثبت مشخص نباشد، تصویری که امروز منظم است ممکن است در ماه بعد دوباره پراکنده شود. تحول دیجیتال در اینجا، تعهد سازمان به حفظ یک رابطه معتبر میان محصول و اطلاعات آن است.

مالکیت و حاکمیت داده

پیش از خرید یا ساخت نرم‌افزار، کارخانه باید واژه‌نامه داده داشته باشد. یک شناسه ممکن است در آزمایشگاه به نمونه، در برنامه‌ریزی به ذوب و در فروش به بندیل اشاره کند؛ اگر هر سامانه تعریف متفاوتی از آن داشته باشد، پیوند فنی ظاهری است. فرهنگ داده باید معنا، قالب، واحد، مرجع ثبت، مسئول و قاعده اصلاح هر فیلد مهم را مشخص کند. سپس مالک فرایند تعیین می‌کند کدام سامانه مرجع نهایی هر داده است و چه کسی اجازه تغییر دارد.

در زنجیره فولاد، پرونده محصول می‌تواند از مواد ورودی و شماره ذوب آغاز شود و تا نتایج آزمون، گواهی کیفیت، برش، بسته‌بندی و بارگیری ادامه یابد. اما دامنه پروژه نباید بی‌دلیل به همه حلقه‌ها گسترش پیدا کند. برای پایلوت، یک گرید و یک مسیر فروش انتخاب می‌شود و حداقل مجموعه داده‌ای که خریدار واقعاً می‌خواهد ثبت خواهد شد. هر فیلد اضافی هزینه ورود، نگهداری و کنترل را بالا می‌برد؛ هر فیلد حذف‌شده نیز ممکن است پاسخ به درخواست مشتری را ناقص کند.

از رخداد تا مدرک

داده تولید و سند اثبات کننده را باید جدا اما پیوندخورده نگه داشت. مقدار ثبت‌شده در سامانه تولید، فایل آزمایشگاه و گواهی صادرشده سه شیء متفاوت‌اند. پرونده باید منبع هر مقدار، زمان ثبت، روش اندازه‌گیری و نسخه روش محاسبه را نشان دهد. اگر عددی اصلاح شود، نسخه قبلی حذف نشود؛ اصلاحیه باید به همراه علت، زمان و شناسه کاربر قابل بازیابی بماند. این تاریخچه، خطای تایپی را از تغییر واقعی در محصول جدا می‌کند.

یکسان‌سازی واحدها نیز بخشی از کنترل است. وزن خالص و ناخالص، تن متریک و واحدهای قراردادی، یا گزارش انرژی بر پایه محصول و دوره متفاوت، نباید در تبدیل خودکار با هم مخلوط شوند. قاعده تبدیل باید ثبت و آزمون شود و استثناها علامت بخورند. کنترل منطقی می‌تواند مقادیر ناممکن یا افت‌وخیز غیرعادی را پرچم‌گذاری کند، ولی تصمیم درباره پذیرش یا رد داده باید مسئول مشخص داشته باشد.

شاخص‌های موفقیت و مرز سامانه

پایلوت را با خط مبنا مقایسه کنید: زمان پاسخ به یک درخواست مستند، سهم پرونده‌های کامل در نخستین ارسال، تعداد تعارض‌های حل‌نشده و دفعاتی که نسخه قدیمی اشتباه استفاده شده است. ثبت نرخ خطا به‌تنهایی کافی نیست؛ مدت رفع و محل تولید خطا نیز باید معلوم باشد. اگر سامانه سرعت را بالا ببرد اما داده ناقص را بی‌هشدار تکثیر کند، شاخص موفقیت گمراه‌کننده خواهد بود.

برای فروش به اتحادیه اروپا، داده کربن بخشی از پرونده است، اما جایگزین ردیابی محصول نیست. کمیسیون اروپا اعلام کرده است از ۱ ژانویه ۲۰۲۶ نظام قطعی CBAM برقرار شده و واردکنندگان مشمول با تعهدهای مجوز، اظهار و گواهی روبه‌رو هستند. سازنده بیرون از اتحادیه باید با خریدار و واردکننده روشن کند چه داده‌ای، برای کدام کالای مشمول و با چه روش مستندی درخواست می‌شود. سامانه داخلی به‌تنهایی واردکننده را از تکالیف قانونی معاف نمی‌کند و نرم‌افزار نیز جای تأییدکننده مستقل را نمی‌گیرد.

پروژه قابل دفاع زمانی شکل می‌گیرد که دامنه، مالک داده، سطح دسترسی، مسیر اصلاح، خروجی قابل انتقال و معیار توقف از ابتدا تعیین شوند. اگر طرح آزمایشی نشان دهد کیفیت ورودی پایین است، نخست باید فرایند ثبت را اصلاح کرد، نه اینکه هزینه را با افزودن لایه‌های هوش مصنوعی افزایش داد. فناوری وقتی ارزش می‌سازد که یک تصمیم واقعی را بر پایه سند قابل رهگیری بهتر کند.



برای مقایسه انتشار کربن، تعریف عدد را بشناسیم

مرز محاسبه، دوره داده و روش ارزیابی باید همراه هر عدد مشخص باشند. در گفت‌وگوی تجاری، مقایسه دو عدد شدت انتشار کربن جذاب است: عدد کمتر، محصول بهتر. اما اگر مرز و روش دو عدد یکسان نباشد، این مقایسه می‌تواند گمراه‌کننده شود. یک عدد ممکن است به فولاد خام مربوط باشد و دیگری به محصولی پس از فرایندهای تکمیلی؛ یکی از داده دوره واقعی استفاده کند و دیگری از برآورد.

گام اول، تعریف موضوع

باید روشن باشد چه چیزی اندازه‌گیری شده است. نام محصول، واحد خروجی و فعالیت‌های داخل مرز محاسبه، بخشی از معنای عددند. اگر خواننده این اجزا را نداند، حتی تعداد رقم‌های اعشار نیز کمکی به فهم دقیق‌تر نمی‌کند.

گام دوم، دوره و نمایندگی

داده مصرف و تولید باید به دوره مشخصی تعلق داشته باشد. استفاده از دوره‌ای با شرایط غیرمعمول، ممکن است تصویر نماینده‌ای از محصول مورد معامله ندهد. همچنین میانگین یک مجموعه، لزوماً وضعیت هر واحد یا هر محصول را توصیف نمی‌کند. ادعا باید به همان دامنه‌ای محدود بماند که شاهد پشتیبانی می‌کند.

گام سوم، روش و وضعیت بررسی

روش محاسبه باید قابل توضیح و سازگار با هدف باشد. هدف یک مطالعه مقایسه‌ای، درخواست قراردادی مشتری و تکلیف مقرراتی ممکن است یکسان نباشد. استفاده از یک خروجی برای هدف دیگر، بدون بررسی سازگاری، خطاست. در مرحله قطعی شدن مقررات CBAM

نیز تشخیص الزامات یک محموله به متن قابل اعمال و وضعیت آن وابسته است.

این انضباط برای ارتباط عمومی نیز ضروری است. واژه‌هایی مانند «صفر» یا «کم‌کربن» نباید بدون توضیح مرز، به کل فعالیت شرکت تعمیم داده شوند. اگر ادعا فقط بخشی از مسیر یا دوره‌ای مشخص را پوشش می‌دهد، متن معرفی نیز باید همان محدودیت را نشان دهد.

مدیریت داده محیط‌زیستی می‌تواند از یک جدول ساده ولی منظم آغاز شود: متغیر، منبع، واحد، دوره، مسئول و وضعیت بررسی. ابزار پیچیده زمانی کمک می‌کند که معنای این ستون‌ها روشن باشد. در غیر این صورت، نرم‌افزار فقط ابهام را با سرعت بیشتری توزیع می‌کند.

بازار به عدد قابل دفاع نیاز دارد، نه فقط عدد کوچکتر. کارخانه‌ای که بتواند توضیح دهد چه چیزی را چگونه سنجیده، گفت‌وگوی دقیق‌تری با خریدار خواهد داشت. اعتبار محیط‌زیستی از همین پاسخ‌گویی ساخته می‌شود.

مرز «دروازه کارخانه» را دقیق بنویسیم

در محاسبه محصول، عبارت «از دروازه تا دروازه» معمولاً مسیر داخل سایت را توصیف می‌کند؛ «از گهواره تا دروازه» مواد اولیه و انرژی بالادستی را نیز در بر می‌گیرد و تا محصول آماده ارسال پیش می‌رود. این دو مرز پاسخ به پرسش‌های متفاوت می‌دهند. اگر یک تولیدکننده فقط کوره و ریخته‌گری را حساب کند و دیگری معدن، احیا، حمل مواد و خدمات جانبی را هم وارد کند، حاصل را نمی‌توان با عنوان یکسان کنار هم گذاشت.

راهنمای موجود در روش‌شناسی موجودی چرخه عمر، در انجمن جهانی فولاد، حداقل مرز مطالعه از گهواره تا دروازه را از منابع و تولید مواد اولیه تا محصول نهایی آماده حمل در کارخانه تعریف می‌کند. در مدل داخل کارخانه نیز فرایندهای فولادسازی و خدمات ضروری مانند دیگ بخار، کمپرسور، تصفیه پساب و حمل داخلی در مرز لحاظ می‌شوند. بنابراین صرف نوشتن «هر تن فولاد» کافی نیست؛ باید معلوم باشد آن تن در کدام نقطه زنجیره تعریف شده است.

محصول و واحد کارکردی

شماره محصول نیز مهم است. فولاد خام، تختال، کلاف نوردشده و محصول پوشش‌دار مراحل یکسانی از زنجیره را طی نکرده‌اند. مشخصات گرید، ضخامت، پوشش و عملیات تکمیلی می‌تواند مرز داده را تغییر دهد. برای مقایسه، واحد محصول باید عملکرد همسانی داشته باشد و دامنه هر دو عدد شفاف باشد. یک تن از دو محصول با کارکرد یا سطح تکمیل متفاوت، به تنهایی مبنای منصفانه‌ای برای رتبه‌بندی نیست.

انجمن جهانی فولاد برای مطالعات موجودی چرخه عمر بر تعریف واحد و مرز روشن تکیه می‌کند و در مقایسه‌ها استفاده از واحد کارکردی مناسب را توصیه می‌کند. در عمل کارخانه باید برگه محاسبه‌ای نگه دارد که نام محصول، مسیر تولید، مقدار خروجی و مراحل مشمول را به هم وصل کند. اگر بخشی از زنجیره برون‌سپاری شده یا داده تأمین‌کننده برآوردی است، این تفاوت باید جداگانه ثبت شود.

خوراک، برق و محصولات جانبی

مقایسه دو مسیر تولیدی نیز به توضیح بیشتری نیاز دارد. نسبت قراضه، آهن اسفنجی و چدن مذاب، مصرف سوخت، بازده فلزی و منبع برق بر نتیجه اثر می‌گذارند. برای برق خریداری‌شده، دوره مصرف و ضریب انتشار کربن انتخابی باید ثبت شود؛ قرارداد برق کم‌کربن یا گواهی انرژی فقط در چارچوب روش معتبر و با شواهد متناسب قابل انعکاس است.

عدد نهایی باید ورودی واقعی و روش تخصیص را نشان دهد، نه اینکه صرفاً نام فناوری را به‌عنوان جانشین اندازه‌گیری به کار ببرد.

در فولادسازی، سرباره و گازهای فرایندی ممکن است کاربرد یا ارزش اقتصادی جداگانه داشته باشند. تخصیص بار محیط زیستی میان فولاد و محصولات جانبی باید بر اساس روش اعلام‌شده انجام شود. تغییر روش تخصیص می‌تواند نتیجه را تغییر دهد؛ پس پنهان کردن آن پشت یک عدد نهایی، امکان بازبینی را از بین می‌برد. همچنین محاسبه اعتبار بازیافت پایان عمر نباید بی‌توضیح با انتشار تولید در کارخانه جمع یا از آن کم شود.

یک برگه برای خواندن عدد

برای هر عدد منتشرشده، حداقل این موارد را کنار آن ثبت کنید: شناسه محصول، دوره تولید، مرز سیستم، مسیر تولید، گازها و فعالیت‌های محاسبه‌شده، داده واقعی یا برآوردی، ضریب‌های مصرف‌شده، نحوه برخورد با محصولات جانبی و وضعیت بازبینی. اگر روش از یک مطالعه چرخه عمر، گزارش انتشار سازمانی یا اظهارنامه قراردادی آمده، نوع سند را مشخص کنید؛ این اسناد هدف و دامنه یکسان ندارند.

این برگه جای ارزیابی مستقل یا الزام قانونی را نمی‌گیرد. اما به خریدار اجازه می‌دهد عدد را در زمینه درست بخواند و پرسش بعدی را درباره داده مشخص مطرح کند. در رقابت فولاد کم‌کربن، مزیت پایدار از عدد کوچک‌تر به‌تنهایی ساخته نمی‌شود؛ از روشی ساخته می‌شود که بتوان آن را توضیح داد، تکرار کرد و با محصول مورد معامله تطبیق داد.



اختلال کشتیرانی در تنگه هرمز، برنامه حمل را تغییر می‌دهد

در پایان اسفند، تأیید امکان حمل و زمان تحویل به اطلاعات تازه و مشخص هر محموله نیاز دارد. «سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) در ۱۹ مارس ۲۰۲۶، پس از نشست فوق‌العاده شورای خود، حملات و تهدیدهای علیه کشتیرانی تجاری را محکوم کرد و خواستار تدوین چارچوبی برای عبور ایمن کشتی‌ها و خروج کشتی‌های گرفتار در منطقه شد. این بیانیه بازتاب‌دهنده مخاطرات موجود است و به معنای ایجاد یا تضمین عملی مسیر امن دریایی نیست.»

برای زنجیره فولاد، نخستین پیام، لزوم بازبینی فرض‌های حمل است. زمان ثبت‌شده در پیشنهاد تجاری ممکن است بر شرایطی بنا شده باشد که اکنون تغییر کرده‌اند. در چنین وضعی، وعده تازه باید با اطلاعات روز مسئول حمل و طرف قرارداد هماهنگ شود. نقل یک خبر عمومی، جای تأیید امکان جابه‌جایی محموله مشخص را نمی‌گیرد.

اطلاعات باید ساعت داشته باشد

در شرایط متغیر، جمله «مسیر باز است» بدون زمان و دامنه ارزش محدودی دارد. ممکن است وضعیت یک بندر، یک شرکت حمل یا یک نوع بار متفاوت باشد. بنابراین گزارش داخلی بهتر است منبع، زمان آخرین تأیید و موضوع تایید شده را ثبت کند. اطلاعات قدیمی نباید با ظاهر گزارش تازه در گردش بماند.

هر هزینه را جدا ببینیم

کرایه پایه، بیمه، انتظار و تغییر برنامه اجزای یکسانی نیستند. اگر پیشنهادی تغییر کرده، باید معلوم باشد کدام جزء و با چه شرطی تغییر کرده است. برای برآورد هزینه هر حمل، استعلام مشخص لازم است؛ کرایه و شرایط یک محموله را نمی‌توان به همه حمل‌ها تعمیم داد.

برنامه جایگزین، انتخاب فنی و تجاری است

تغییر مسیر ممکن است محدودیت بسته‌بندی، وزن، زمان یا اسناد ایجاد کند. تصمیم باید با مسئولان مربوط بررسی شود و صرف کوتاه بودن یک مسیر روی نقشه، آن را به گزینه عملی تبدیل نمی‌کند. همچنین هیچ برنامه تجاری نباید اختیار و مسئولیت حرفه‌ای ایمنی دریانوردی را نادیده بگیرد.

ارتباط با مشتری

اگر احتمال تغییر موعد وجود دارد، بهتر است موضوع با شواهد و دامنه روشن منتقل شود. اعلام زودهنگام یک عدم قطعیت، با وعده قطعی تازه متفاوت است. ثبت توافق‌های بعدی نیز به اندازه اعلام نخستین تغییر اهمیت دارد. در پایان این دوره، پرسش صنعت فقط «بار چه زمانی می‌رسد؟» نیست. باید پرسید کدام بخش پاسخ تأیید شده و کدام بخش هنوز فرض برنامه‌ریزی است. حفظ این مرز، بخشی از مدیریت حرفه‌ای زنجیره تأمین در شرایط بحرانی است.

فهرست وابستگی‌های هر محموله

برنامه‌ریزی مؤثر از شناسایی محموله آغاز می‌شود، نه از یک نقشه کلی مسیر. برای هر بار باید فروشنده، خریدار، محصول، وزن، بندر بارگیری، شرکت حمل، وضعیت رزرو، تاریخ آماده بودن و تعهد تحویل کنار هم قرار گیرند. سپس معلوم شود کدام اطلاعات تأیید شده و کدام فقط برآورد است. یک فایل پیگیری مشترک با زمان آخرین به‌روزرسانی از چند نسخه متناقض در واحد فروش، حمل و برنامه‌ریزی جلوگیری می‌کند.

در مرحله بعد، زنجیره واقعی حرکت رسم می‌شود: انتقال داخلی تا بندر، بارگیری، سفر دریایی، تخلیه و رساندن محموله به مقصد نهایی. هر حلقه ممکن است مسئول، قرارداد و محدودیت متفاوت داشته باشد. تأیید شرکت کشتیرانی درباره یک بخش سفر، تضمین همه حلقه‌ها نیست. همین تفکیک به تیم کمک می‌کند بفهمد مسئله در دسترسی به شناور است، ظرفیت بندر، اسناد، یا انتقال پس از تخلیه؟

برنامه‌ریزی بر پایه سناریو

به‌جای یک تاریخ تحویل قطعی، سه حالت عملیاتی تعریف کنید: برنامه پایه با تأییدهای فعلی؛ تأخیر در حلقه مشخص؛ و گزینه جایگزین که فقط پس از بررسی فنی و تجاری فعال می‌شود. هر حالت باید مفروضات، مسئول تأیید، آخرین مهلت تصمیم و اثر آن بر تولید یا مشتری را داشته باشد. این روش احتمال را به واقعیت قطعی تبدیل نمی‌کند؛ به مدیر کمک می‌کند پیش از آنکه فرصت واکنش از دست برود بداند چه چیزی را باید دوباره بررسی کند.

انتخاب مسیر جایگزین نیازمند بررسی سازگاری محموله و خدمت است. مشخصات بندر، نوع شناور، ظرفیت جابه‌جایی، تجهیزات بارگیری، محدودیت وزن، بسته‌بندی و دسترسی حمل زمینی باید با اپراتورهای مربوط کنترل شود. هزینه کمتر در یک پیشنهاد اولیه، اگر با انتقال اضافی، توقف یا تغییر موعد همراه باشد، لزوماً هزینه کل کمتر نمی‌سازد. هر گزینه باید با تاریخ اعتبار پیشنهاد و شرط‌های آن ثبت شود.

از هزینه ظاهری تا اثر نقدینگی

هزینه حمل را به اجزای قابل مقایسه بشکنید: کرایه، بیمه، هزینه بندری، زمان انتظار، انبارداری و هزینه انتقال. هزینه توقف کشتی یا دموراژ نیز فقط با اتکا به قرارداد و زمان‌های ثبت شده محاسبه شود. اثر دیر رسیدن بر سرمایه در گردش، مواد اولیه و برنامه مشتری جداگانه برآورد می‌شود. در این محاسبه، هزینه واقعی موجودی و ارزش زمانی پول شرکت اهمیت دارد؛ عدد یک بازار یا محموله دیگر جای تحلیل قرارداد خود را نمی‌گیرد. موجودی اطمینان هم نسخه یکسان برای همه کالاها نیست. مقدار آن به مدت جایگزینی، نوسان مصرف، امکان خرید داخلی، هزینه نگهداری و پیامد توقف وابسته است. برای کالایی با مصرف پایدار و جایگزینی دشوار، بازبینی زودتر لازم می‌شود؛ برای کالایی که سفارش آن قابل تغییر است، انعطاف تولید شاید از انبار بیشتر ارزش داشته باشد. این تصمیم باید میان برنامه‌ریزی، خرید، تولید و مالی گرفته شود.

آستانه تصمیم و ارتباط دقیق

تیم می‌تواند برای هر محموله آستانه‌ای تعیین کند: چه رخدادی نیازمند تماس فوری با شرکت حمل است؟ چه مقدار تغییر زمان باید به مشتری اطلاع داده شود؟ چه کسی اختیار تغییر مسیر یا برنامه تولید را دارد؟ ثبت منبع، ساعت دریافت و مسئول تأیید، شایعه یا گزارش کلی را از داده قابل استفاده جدا می‌کند. وضعیت‌های ناوبری نیز باید از مرجع تخصصی و در زمان مناسب بررسی شوند؛ ایمنی خدمه و کشتی بر فشار تجاری مقدم است.

در نهایت، مشتری به گزارش کوتاه و روشن نیاز دارد: موعد قبلی، وضعیت تایید شده امروز، بخش‌های نامطمئن و زمان به‌روزرسانی بعدی. ادعای کلی درباره باز یا بسته بودن مسیر، برای برنامه سفارش و انبار کافی نیست. دقت در همین جزئیات است که داده دریایی را به تصمیم تولید و تحویل قابل دفاع پیوند می‌دهد.



جمع‌آوری اطلاعات کربن، کار یک واحد نیست

بخش‌های فروش، تولید، انرژی و محیط‌زیست هرکدام قسمتی از اطلاعات مورد نیاز خریدار را در اختیار دارند. وقتی پرسش محیط زیستی خریدار به کارخانه می‌رسد، ممکن است همه آن را به واحد محیط زیست ارجاع دهند. اما پاسخ کامل می‌تواند به دریافت داده‌های تولید، انرژی، محصول و قرارداد نیاز داشته باشد. واگذاری همه مسئولیت به یک نفر، وابستگی به فرد را افزایش می‌دهد و هماهنگی لازم را ایجاد نمی‌کند.

شروع مرحله قطعی مکانیسم تعدیل کربن در مرز (CBAM) در سال ۲۰۲۶، نمونه‌ای روشن از نیاز به همکاری میان واحدهاست. تشخیص دامنه معامله به کار تجاری و حقوقی مربوط است، داده فرایند نزد بهره‌برداری قرار دارد و نگهداری مسیر اطلاعات به فناوری و مدیریت داده وابسته است. هر بخش باید مسئولیت تخصصی خود را حفظ کند.

تعریف نقش، پیش از برگزاری دوره

پیشنهاد این مقاله، شروع آموزش از نقش‌هاست. واحد فروش چه چیزی را باید از خریدار بپرسد؟ بخش تولید چه داده‌ای را با چه دوره‌ای تحویل دهد؟ چه کسی روش را بررسی کند و چه کسی اجازه ارسال پاسخ نهایی داشته باشد؟ تا این رابطه روشن نباشد، افزایش تعداد دوره‌ها الزاماً پاسخ‌گویی را بهتر نمی‌کند.

آموزش می‌تواند با یک پرونده نمونه انجام شود. گروه باید از روی داده و اسناد واقعیِ مجازِ مسیر پاسخ را طی کند و محل‌های ابهام را ثبت کند. هدف، یادگیری فرایند همکاری است؛ نه آزمودن حافظه کارکنان درباره اصطلاحات. در پایان تمرین، باید معلوم باشد چه اطلاعاتی ناقص بود و رفع آن در اختیار چه کسی است.

دانش را قابل انتقال کنیم

توضیح روش، ثبت تصمیم‌ها و حفظ نسخه‌ها کمک می‌کند کار در غیاب فرد کلیدی متوقف نشود. جانشین‌پروری در اینجا فقط موضوع سمت سازمانی نیست؛ توان توضیح یک پرونده نیز باید در تیم توزیع شود. این امر نیازمند وقت رسمی برای مستندسازی و بازبینی است.

همچنین لازم است سازمان میان خطای صادقانه و بی‌دقتی تکرارشونده تفاوت بگذارد. اگر اعلام نقص داده هزینه شخصی سنگینی داشته باشد، کارکنان ممکن است به ارسال پاسخ ناقص تمایل پیدا کنند. فرهنگ گزارش کردن محدودیت، بخشی از کیفیت داده است.

رقابت‌پذیری از همکاری کسانی ساخته می‌شود که معمولاً در یک جلسه کنار هم نمی‌نشینند. واحد محیط‌زیست می‌تواند هماهنگ‌کننده مهمی باشد، اما به پشتوانه نقش‌های روشن و داده معتبر نیاز دارد. مسئولیت مشترک زمانی کار می‌کند که سهم هر مسئول مشخص باشد.

نقشه مسئولیت در یک پرونده

پیش از آموزش، یک گردش‌کار کوتاه باید روی کاغذ یا در سامانه ترسیم شود. درخواست مشتری از کجا وارد می‌شود؟ چه کسی تشخیص می‌دهد کدام محصول و دوره گزارش را پوشش می‌دهد؟ کدام واحد ارقام مصرف انرژی یا مشخصات تولید را ارائه می‌کند؟ چه کسی مدارک را با منبع تطبیق می‌دهد و چه کسی اختیار ارسال دارد؟ وقتی پاسخ هر پرسش به یک نقش سازمانی وصل شود، مسئولیت از توصیه کلی به کار قابل پیگیری تبدیل می‌شود.

برای نمونه، واحد فروش می‌تواند پرسش مشتری، محصول و مهلت را ثبت کند؛ واحد برنامه‌ریزی تولید شناسه ذوب و دوره را تأیید کند؛ واحد آزمایشگاه نتیجه آزمون را به همان شناسه متصل کند؛ واحد انرژی داده مصرف و مرز اندازه‌گیری را توضیح دهد؛ و بخش محیط زیست روش محاسبه و محدودیت‌ها را بازبینی کند. فناوری اطلاعات دسترسی و پایداری سامانه را فراهم می‌کند. این تقسیم‌بندی نسخه ثابت برای همه کارخانه‌ها نیست؛ فرایند واقعی، اندازه سازمان و ساختار گزارش‌دهی باید آن را تعیین کند.

تمرین بر پایه پرونده واقعی

دوره مؤثر به یک مثال نزدیک به کار روزانه نیاز دارد. تیم می‌تواند یک سفارش گذشته را انتخاب کند، نسخه‌های موجود را گرد آورد و سپس مانند دریافت درخواست جدید پیش برود. در تمرین باید ابهام‌هایی مثل تفاوت واحد، نبودن داده یک شیفت، تغییر نام محصول یا اصلاح گواهی ثبت شوند. در پایان، گروه فقط نمی‌پرسد چه کسی اشتباه کرد؛ بررسی می‌کند چرا کنترل زودهنگام آن را نگرفت و چه تغییری از تکرار جلوگیری می‌کند.

پرونده باید حاوی اطلاعات مجاز باشد و آموزش نیز دسترسی را بی‌ضابطه گسترش ندهد. بخشی از خطاها ناشی از تعریف ناهماهنگ و بخشی از آنها از ثبت دستی یا تغییرات تأیید نشده می‌آیند. تکرار تمرین پس از اصلاح فرایند، نشان می‌دهد آیا مسیر جدید واقعاً بهبود ایجاد کرده است یا صرفاً دستورالعمل تازه‌ای به پوشه‌ها افزوده شده است.

از دانش فردی تا قابلیت سازمانی

در بسیاری از کارخانه‌ها، یک کارشناس باتجربه می‌داند کدام فایل معتبر است یا داده را از کدام سامانه پیدا کند. اگر این دانش فقط شفاهی باشد، غیبت یا جابه‌جایی فرد، زمان پاسخ را بالا می‌برد. مستندسازی باید راهنمای کار کوتاه، منبع هر داده، روش کنترل، مسیر ارجاع و مسئول جانشین را در بر گیرد. بازبینی دوره‌ای نیز لازم است؛ تغییر محصول، سامانه یا ساختار سازمانی می‌تواند دستورالعمل قبلی را بی‌اعتبار کند.

مدیران باید زمان و اختیار لازم برای این وظایف را فراهم کنند. نمی‌توان مسئولیت پاسخ دقیق را به کارشناس سپرد اما امکان دسترسی به داده، هماهنگی با واحد تولید یا توقف ارسالِ پاسخ ناقص را از او گرفت. گزارش نقص نیز باید راهی برای اصلاح باشد، نه مبنای تنبیه خودکار؛ در عین حال، تکرار بی‌دقتی پس از آموزش و روشن‌شدن رویه باید جداگانه بررسی شود.

سنجه آموزش، تعداد جلسه یا حضور کارکنان نیست. می‌توان مدت گردآوری مدارک، درصد پرونده‌های کامل در ارسال نخست، تعداد اصلاحات پس از ارسال و سهم داده‌هایی را سنجید که مالک و منبع مشخص دارند. مقایسه با خط مبنا نشان می‌دهد دوره یا تغییر فرایند چه اثری گذاشته است. اگر زمان بهتر شود اما خطاهای عددی افزایش یابد، آموزش موفق نبوده است.

برای سازمان‌دهی پایدار، یک مالک فرایند باید تغییر پرسش‌های خریداران و قواعد داخلی را پایش کند و دوره را متناسب با آنها به‌روز سازد. نتیجه مطلوب، حفظ دانشی است که در تصمیم، داده و سابقه قابل مشاهده باشد. در این صورت، پاسخ‌گویی محیط زیستی به مهارت یک فرد وابسته نمی‌ماند و میان واحدها قابل انتقال می‌شود.

این چارچوب کمک می‌کند تصمیم‌های مدیریتی بر شواهد قابل‌پیگیری و مسئولیت روشن تکیه کنند، نه بر فرض‌های کلی.



Tanso؛ نرم‌افزار سنجش و مدیریت انتشار کربن

کارخانه‌های فولاد و دیگر صنایع تولیدی برای محاسبه انتشار کربن به داده‌های پراکنده‌ای نیاز دارند: مصرف برق و سوخت، مواد اولیه، حمل‌ونقل، فرایندهای تولید و اطلاعات تأمین‌کنندگان. وقتی این داده‌ها در فایل‌ها و سامانه‌های جداگانه نگهداری شوند، تهیه یک تصویر منسجم از انتشار دشوار می‌شود. **Tanso** یک استارت‌آپ نرم‌افزاری آلمانی است که برای کمک به شرکت‌های صنعتی در گردآوری، محاسبه و مدیریت این داده‌ها شکل گرفته است. این شرکت در سال ۲۰۲۱ در مونیخ تأسیس شد و تمرکز خود را بر حسابداری کربن و مدیریت داده‌های پایداری در شرکت‌های تولیدی گذاشته است.

از داده‌های کارخانه تا ردپای کربن

نرم‌افزار Tanso داده‌های مربوط به فعالیت شرکت را برای محاسبه انتشار گازهای گلخانه‌ای سامان‌دهی می‌کند. این داده‌ها می‌توانند از محل‌های مختلفی مانند کارخانه‌ها، واحدهای تولیدی، بخش‌های سازمان و زنجیره تأمین گردآوری شوند. هدف این است که داده‌ها به یک ساختار مشترک وارد شوند تا شرکت بتواند انتشار را در سطح سازمان، سایت یا محصول بررسی کند.

در این نوع محاسبه، اطلاعات عملیاتی مانند مقدار سوخت مصرف‌شده یا برق خریداری‌شده با عوامل انتشار مناسب ترکیب می‌شوند. بنابراین خروجی نرم‌افزار بر کیفیت داده‌های ورودی، مرز محاسبه و عوامل انتشار انتخاب‌شده وابسته است. Tanso از جمع‌آوری داده، نگاشت عوامل انتشار و ثبت نتایج پشتیبانی می‌کند و امکان پیگیری مبنای محاسبه را فراهم می‌آورد. این رویکرد به شرکت کمک می‌کند بداند هر عدد از کدام داده و روش محاسباتی به دست آمده است.

سه محدوده انتشار

Tanso از محاسبه انتشار در سه محدوده یا Scope پشتیبانی می‌کند. Scope 1 شامل انتشار مستقیم از منابعی است که شرکت کنترل می‌کند؛

tanso

برای نمونه، سوخت مصرف‌شده در کوره‌ها، دیگ‌ها یا ناوگان متعلق به کارخانه. Scope 2 انتشار غیرمستقیم ناشی از انرژی خریداری‌شده، مانند برق یا گرما را در بر می‌گیرد. Scope 3 به سایر انتشارهای غیرمستقیم در زنجیره ارزش مربوط است؛ از جمله مواد اولیه، حمل‌ونقل و برخی فعالیت‌های بالادستی یا پایین‌دستی.

برای کارخانه فولاد، تفکیک این محدوده‌ها می‌تواند تصویر دقیق‌تری از منابع انتشار بسازد. داده مصرف سوخت و فرایندهای مستقیم در Scope 1 قرار می‌گیرند؛ برق خریداری‌شده در Scope 2 محاسبه می‌شود؛ و بخشی از انتشار مرتبط با سنگ‌آهن، قراضه، فروآلیاژها و حمل مواد می‌تواند در Scope 3 بررسی شود. مقدار و جزئیات قابل محاسبه به داده‌های در دسترس و مرز سازمانی و عملیاتی تعریف‌شده بستگی دارد.

ردپای کربن شرکت و محصول

Tanso دو نوع محاسبه مرتبط را ارائه می‌کند. ردپای کربن سازمانی (Corporate Carbon Footprint یا CCF) انتشار کلی شرکت را در یک دوره و در محدوده‌های تعیین‌شده نشان می‌دهد. ردپای کربن محصول (Product Carbon Footprint یا PCF) انتشار منتسب به یک محصول را در مراحل و مرزهای تعریف‌شده محاسبه می‌کند.

این تفاوت برای تولیدکنندگان اهمیت دارد. مدیر کارخانه ممکن است بخواهد بداند کدام سایت یا فرایند بیشترین انتشار را ایجاد می‌کند؛ درحالی‌که مشتری ممکن است اطلاعات کربن یک محصول مشخص را درخواست کند. Tanso اعلام کرده است داده‌های CCF می‌توانند در محاسبات PCF دوباره استفاده شوند تا اطلاعات مشترک، مانند انتشار انرژی در فرایند تولید، هر بار از ابتدا جمع‌آوری نشود. نرم‌افزار PCF این شرکت همچنین از ورود داده‌های محصول و مواد و تحلیل سهم بخش‌های مختلف در ردپای کربن پشتیبانی می‌کند.

کاربرد در زنجیره فولاد

در زنجیره فولاد، محاسبه کربن ممکن است به داده‌های مصرف انرژی، مواد ورودی، مراحل تولید، جابه‌جایی و محصول نهایی نیاز داشته باشد. یک سامانه مدیریت کربن می‌تواند این اطلاعات را کنار هم قرار دهد و به شرکت کمک کند انتشار را بر اساس سایت، محصول یا دسته فعالیت بررسی کند. برای نمونه، تولیدکننده یا فرآوری‌کننده فولاد می‌تواند از اطلاعات محصول و مواد برای پاسخ‌گویی به درخواست مشتری درباره ردپای کربن استفاده کند.

Tanso در یک مطالعه موردی درباره شرکت Norder Band، مرکز فرآوری فولاد زنگ‌نزن، از استفاده از نرم‌افزار برای خودکارسازی محاسبه PCF گزارش داده است. طبق گزارش خود Tanso، این شرکت برای پاسخ‌گویی به درخواست‌های مشتریان، محاسبه ردپای کربن محصولات را در مقیاس بالا دنبال می‌کند. این نمونه به شرکت فرآوری فولاد مربوط است و نباید آن را به‌عنوان شاهدی بر نصب نرم‌افزار در یک کارخانه فولادسازی یکپارچه یا اندازه‌گیری مستقیم گازهای خروجی کوره در نظر گرفت.

از جمع‌آوری اطلاعات تا کاهش انتشار

ارزش چنین نرم‌افزاری فقط به تولید یک عدد یا گزارش محدود نمی‌شود. وقتی داده‌ها با روش یکسان و به‌صورت قابل‌ردیابی گردآوری شوند، شرکت می‌تواند منابع اصلی انتشار را شناسایی و تغییرات را در طول زمان مقایسه کند. برای مثال، می‌توان بررسی کرد که تغییر در مصرف انرژی، نوع مواد اولیه یا روش تولید چه اثری بر ردپای کربن داشته است. Tanso امکاناتی برای تحلیل منابع انتشار و پیگیری اقدامات کاهش کربن معرفی می‌کند؛ بااین‌حال تصمیم درباره اقدام عملی به بررسی فنی و اقتصادی خود کارخانه وابسته است.

شرکت اعلام می‌کند روش محاسبه نرم‌افزارش با چارچوب‌هایی مانند پروتکل گازهای گلخانه‌ای (GHG Protocol) و استاندارد ISO 14064 هماهنگ است و روش آن گواهی TÜV Rheinland دارد. این ادعاها در منابع رسمی شرکت بیان شده‌اند.

داده معتبر، پایه نتیجه معتبر

نرم‌افزار به‌تنهایی انتشار را از دودکش اندازه‌گیری نمی‌کند. کار اصلی آن مدیریت داده‌ها و محاسبه انتشار بر اساس فعالیت‌ها و عوامل انتشار است. اگر داده سوخت، برق، تولید یا مواد اولیه ناقص یا ناهماهنگ باشد، نتیجه نیز محدودیت خواهد داشت. برای همین، پیش از پیاده‌سازی باید مشخص شود هر داده را کدام واحد ثبت می‌کند، از کدام سامانه می‌آید، چه کسی آن را بازبینی می‌کند و چگونه اصلاحات ثبت می‌شوند. یک کارخانه می‌تواند کار را با یک سایت یا گروه محصول آغاز کند، داده‌های موجود را گردآوری کند و سپس دامنه محاسبه را گسترش دهد.

Tanso برای شرکت‌های صنعتی طراحی شده که می‌خواهند داده‌های انتشار را از مرحله گردآوری تا محاسبه و گزارش‌دهی در یک بستر مدیریت کنند. تناسب آن با یک کارخانه فولاد به کیفیت و ساختار داده‌های کارخانه، نوع محصول، نیاز مشتریان و امکان اتصال به سامانه‌های موجود بستگی دارد.

Iran's Crude Steel Production Reached 31.8 Million Tonnes in 2025

According to the World Steel Association, Iran's crude steel production reached 31.8 million tonnes in 2025, up 1.4% from 31.4 million tonnes in 2024. Iran ranked as the world's tenth-largest steel producer.

In December 2025, Iran's production was estimated at around 3 million tonnes, 16.2% higher than in December the previous year. The World Steel Association notes that Iran's monthly figure is an estimate.

Crude steel production in the Middle East reached 56.9 million tonnes in 2025, an increase of 4.3%. The region produced 5.3 million tonnes in December, up 13.9% from the same month a year earlier. Iran's growth in the final month of the year contributed to the region's increase over that period.

Global crude steel production totalled 1,849.4 million tonnes last year, 2% below the 2024 level. China ranked first with 960.8 million tonnes, followed by India with 164.9 million tonnes and the United States with 82 million tonnes. Among the top 10 producers, India's output grew by 10.4% and Turkiye's by 3.3%, while production fell by 4.4% in China and 4% in Japan.

Iran's annual figures point to more modest growth than India's and Turkiye's, although the December estimate indicates a notable increase in monthly production.



Steel Chain Export Value in the First 10 Months of 1404 Surpassed the Previous Year's Total

Data from the Iranian Steel Producers Association shows that, by value, Iran's exports across the iron and steel chain in the first 10 months of 1404 exceeded the total for the whole of 1403. The value of exports from the chain rose 22% to more than $6.5 billion–a figure described as equivalent to the value of exports for all of last year.

By volume, iron and steel exports increased 27% from the same period a year earlier, while total exports across the entire steel chain grew 38%. In raw materials, the upward trend in iron ore concentrate and pellet exports continued. Concentrate export volume rose 68%, and pellet exports increased 28%. The Iranian Steel Producers Association put the combined exports of these two products at around 20 million tonnes.

Export trends varied among finished products. The volume of long steel product exports fell 10% compared with the first 10 months of the previous year. Among these products, exports of structural beams recorded the sharpest decline, falling 33%, while exports of rebar in bundles dropped 17%.

By contrast, flat steel product exports grew substantially, with volume up 195% from the same period a year earlier. The value of exports of various steel sheets also rose 132% to around $563 million.

These figures cover the first 10 months of 1404 and are compared with the corresponding period of the previous year.



by Majid Shafti

Steel exports need reliable information and delivery

Winter 1404 brought two different pressures into the same commercial file. The European Union's definitive CBAM phase began in January 2026, while shipping risks around the Strait of Hormuz became an urgent concern by the end of the issue period. For a steel producer, both developments affect the ability to make a reliable promise to a buyer.

The European Commission's January announcement confirms the start of the definitive phase and the integration of the CBAM registry with customs systems. It should not be reduced to a universal fixed charge on every steel shipment. Product scope, importer status and the applicable rules require transaction-specific examination. The practical editorial recommendation is to connect product identity, quality records and requested environmental information before shipment. A document repository alone does not establish that relationship. Each record needs a clear product reference, period, source and responsible owner. Corrections should remain visible, so that the final answer does not become detached from its history.

AI can assist document handling and discrepancy detection, but fluent output is not evidence of technical accuracy. A generated response must not invent missing process data. Where information is incomplete, the system should make that limitation visible and refer it for review. The plant also needs access controls, recovery arrangements and the ability to maintain the service after the original project team leaves.

The automation upgrade announced for voestalpine's BETA 2 line in Linz offers a relevant technology story. Primetals described modernisation of control systems and integration into a virtualisation environment, with commissioning planned for mid-2026. At this issue's cutoff, planned commissioning is still a future milestone. The announcement is not evidence that the upgrade has already delivered its intended benefits.

Iranian production and trade releases require equally careful reading. Growth rates differ across intermediate steel, finished products and upstream materials. Aggregate export growth can coexist with a decline in a product group. These differences are useful prompts for analysis, but they do not independently reveal every cause or quantify a future bottleneck. Calendar-year worldsteel figures also cover a different period from Iranian-year statistics.

In logistics, the IMO's 19 March statement records an urgent call for a safe-passage framework following the Council's extraordinary session. A call for a framework is not confirmation that a guaranteed route is operational. Shipment planning therefore needs time-stamped information from the responsible parties. General headlines cannot validate the feasibility, insurance conditions or timing of a particular shipment.

Commercial teams should distinguish confirmed facts from planning assumptions. A revised delivery estimate needs an identified source and a clear scope. Freight, insurance, waiting and schedule changes are separate cost components; no general rate increase is inferred here from the IMO statement. The original sources do not support such a calculation.

The human dimension crosses all these topics. Environmental, production, sales, legal and logistics teams hold different parts of the answer. One coordinator can help assemble a file, but cannot replace their specialist responsibilities. Training should follow those roles and use practical cases, rather than relying only on attendance totals.

The issue's central proposition is that competitiveness includes the ability to explain and fulfil a commitment. Better production remains essential. It becomes commercial value when supported by a coherent chain of identity, evidence, responsibility and delivery.

STEEL WORLD REVIEW MONTHLY MAGAZINE

Year 02 | No. 06 | Jan-Mar 2026

Concessioner&Directorresponsible
Peyvand Shafti
ceo@steelworldreview.com

Editor
Majid Shafti

Art Director&Printing Supervision
Mehdi Kamkar

Graphic Dep.
Erfan Parsa, Dina Sehat

Photographer
Abdollah Moradi

Marketing Manager
Hasti Eyvani
marketing@steelworldreview.com

Printing
Noghreh Abi

Internet&Socialmedia
Dina Sehat, Rasoul Mohammadkhani

Email
info@steelworldreview.com

Website
www.steelworldreview.com

Telegram
steelworldreview

Instagram
steel.world.review

Linkedin
steelworldreview

Address
No. 23, 3rd Floor, Savadkoohi St., Farokhi yazdi St., Pasdaran, Tehran, Iran
Tel: +98 2126712585

STEEL WORLD REVIEW, in compliance with the «Consolidated law on privacy», guarantees the confidentiality of the data used for subscriptions and for the typical purposes of the specialized press and the possibility of modifying or deleting them. All reproduction and translation rights of published articles are confidential. Even partial reproduction is prohibited without the Publisher›s authorization. Manuscripts, drawings, photographs, and other material sent to the editorial office, even if not published, will not be returned. The Management does not assume responsibility for the opinions expressed by the authors of the editorial and advertising texts.

We are "Steel World Review"

Steel World Reviewmagazine is Iran's first specialized publication dedicated comprehensively to the steel industry, with a focus on covering digital technologies and modern advancements in this sector. At a time when digitalization, smart manufacturing, and the adoption of new technologies are rapidly expanding in steel plants worldwide, the need to reflect these developments, examine the role of startups, showcase technological progress, and explore solutions for reducing environmental pollution is felt more than ever.

The third issue of the magazine, aiming to provide a clear outlook on the future of the steel industry, offers analysis of the latest global achievements and trends, introduces successful digital projects in steel plants in Iran and abroad, and examines technological solutions to improve productivity and reduce environmental impacts.

Steel World Review serves as a platform for knowledge transfer, experience sharing, and synergy among experts, researchers, and stakeholders in the steel industry; a publication that, on the path of Steel 4.0 and the Fourth Industrial Revolution, stands as the voice of progress and transformation in this sector.

CONTENTS

EDITORIAL **Steel exports need reliable information and delivery** 35

WORLD NEWS 34



گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

JSK

جهان صنعت کرمانشاه
Jahan Sanat Kermanshah Co.

شرکت دانش بنیان جهان صنعت کرمانشاه در حال حاضر به یکی از قطب‌های بومی‌سازی تولید ماشین‌آلات صنعتی با کیفیت و قابل رقابت با شرکت‌های خارجی و برندهای مطرح دنیا تبدیل گردیده است.

- تولیدکننده قطعات و ماشین آلات صنعتی (نورد - ذوب)
- تولید محصولات قابل رقابت با برندهای مطرح دنیا
- بومی‌سازی تولید ماشین‌آلات صنعتی

دفتر مرکزی: تهران، پاسداران، نگارستان هفتم، شماره ۲۵ تلفکس: ۰۲۱ ۲۲۸۴۱۴۶۰

کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین تلفکس: ۰۸۳ ۴۵۸۵۲۵۴۴

تلفن دفتر فنی: ۰۸۳ ۴۵۸۵۲۵۴۲

www.jahansanat-co.com
jahansanatkermanshah
jahan sanat kermanshah

STEEL WORLD REVIEW
Year 02 ▸ Issue 06 ▸ Jan ~ Mar 2026 ▸ www.steelworldreview.com

